



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA INDUSTRIA DE MUEBLES CON 230kW INSTALADOS UBICADA EN QUARTELL

AUTOR: ERIKA ALMACHE INGA

TUTOR: CARLOS ROLDÁN PORTA

Curso Académico: 2018-19

Índice

RESUMEN	3
MEMORIA	4
1. OBJETO DEL PROYECTO	4
2. SITUACION Y EMPLAZAMIENTO	5
3. PROCESO INDUSTRIAL	6
4. ALUMBRADO INDUSTRIAL	7
4.1 Tipo de luminarias	7
4.1.1 Zona de almacenaje	8
4.1.2 Zona de oficinas	9
4.1.3 Zona de Vestuarios y Servicios	10
4.1.4 Zona de proceso industrial	10
4.1.5 Zona sala de espera	11
4.1.6 Zona de aparcamiento	11
4.1.7 Zona de embalaje	12
5. POTENCIA TOTAL INSTALADA Y DEMANADA	14
5.1 Taller	14
5.2 Oficinas y sala de espera	15
5.3 Vestuarios y baños	16
5.4 Sala de pintura	16
5.5 Embalaje	16
5.6 Potencia total	16
6. DIMENSIONADO	17
6.1 Intensidad nominal y de cálculo	17
6.2 Dimensionado térmico	17
6.3 Dimensionado por caída de tensión	22
7. INSTALACIÓN ELÉCTRICA	24
7.1 Centro de transformación	24
7.2 Cuadro general	25
7.3 Cuadros secundarios	25
7.4 Método de instalación	25
7.5 Conductores	29
8. PROTECCION DE LA INSTALACIÓN	32
8.1 Protección frente a sobreintensidades	32
8.1.1 Sobrecargas	33

8.1.2 Cortocircuitos	34
8.1.3 Dispositivos de protección	37
8.2 Puesta a tierra de la instalación	39
8.2.1 Esquema de distribución de la instalación	39
8.3 Protección frente a contactos directos e indirectos	40
8.3.1 Protección frente a contactos Directos.....	41
8.3.2 Protección frente a contactos Indirectos.....	42
9. COMPENSACION DE ENERGIA REACTIVA.....	44
10. CONCLUSIONES	45
11. BIBLIOGRAFIA	46
ANEXO DE CÁLCULOS	47
1.CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	47
2.DISEÑO DE LOS CONDUCTORES	48
2.1 Diseño por Criterio Térmico	48
2.2 Diseño por Caída de Tensión.....	56
3.PROTECCION FRENTE A SOBREINTENSIDADES	61
3.1 Protección frente a Sobrecargas	61
3.2 Protección frente a cortocircuitos	62
4. CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS DE BAJA TENSIÓN	66
5. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS	66
5.1 Selección de los interruptores diferenciales	66
6. FICHA CABINA DE PINTURA.....	68
7. PRESUPUESTO	69
8. PLANOS.....	78
8.1 Ubicación y emplazamiento	79
8.2 Vista en planta nave industrial.....	80
8.3 Esquema unifilar.....	81
8.4 Localización líneas de luminarias	82
8.5 Localización de canalizaciones principales.....	83
8.6 Localización de tomas de corriente y puntos de consumo	84
8.7 Instalación de toma de tierra	85
9. ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS	86

RESUMEN

La empresa Pinaplast ha sido durante varios años una empresa dedicada a la fabricación de muebles a medida para clientes particulares. Gracias al gran éxito que ha tenido, actualmente la empresa se ha quedado pequeña, así que se ha decidido ampliar tanto el espacio como la maquinaria que disponen actualmente trasladándose a una nueva nave.

Este proyecto consiste en el diseño de toda la instalación eléctrica, desde la elección de los cables hasta la elección de las protecciones necesarias para garantizar la seguridad de las personas y de la nave.

Se va a partir de la planta industrial, donde se van a situar los diferentes elementos de baja tensión que se van a requerir para la elaboración del producto, en este caso muebles. Se conocerá cuales son las cargas más importantes para realizar el diseño y el montaje de la instalación eléctrica.

MEMORIA

1. OBJETO DEL PROYECTO

El objetivo de este trabajo de final de grado es enseñar el proceso a seguir para el diseño y dimensionado de la instalación eléctrica de baja tensión de la nave industrial ubicada en Quartell. A lo largo de este proyecto se van a tomar una serie de decisiones que serán desarrolladas y argumentadas.

Podemos abarcar en un principio el proyecto de una forma más global. Es una visión en la que se va a decidir como ingeniero donde situar las diferentes máquinas y a que cuadros secundarios van a estar conectados. Esto es importante a la hora de realizar los cálculos.

Los cuadros secundarios van a estar repartidos y envolviendo a toda la nave de la manera más eficaz posible. Lo mismo va a ocurrir con las tomas de corriente y los interruptores.

Se plantea también la necesidad del alumbrado en la nave, para ello, dependiendo de la potencia que se necesite en cada una de las zonas, se elegirá un modelo u otro de luminarias.

En una segunda etapa se va a empezar con una visión más centrada en los detalles. Se procede entonces con el dimensionado de la instalación eléctrica. En este momento se explica de forma concreta que sección es la necesaria para los conductores de acuerdo con el criterio térmico y de caída de tensión. Se va a determinar para las tomas de corriente e interruptores el tipo y la potencia que tendrán. Además, se va a calcular las protecciones para sobrecargas y contactos indirectos, así como para la toma de tierra.

2. SITUACION Y EMPLAZAMIENTO

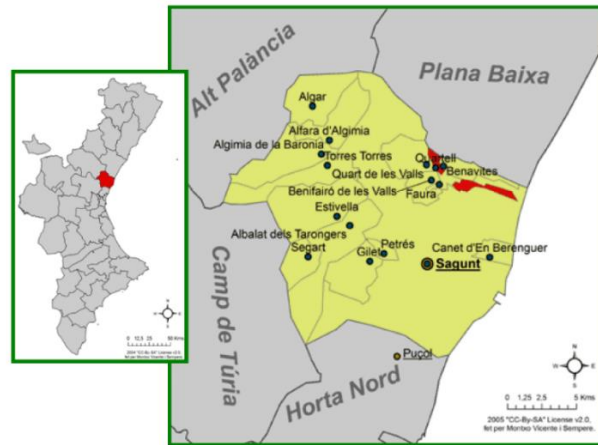


Figura 2.1 – Localización geográfica de Quartell

La nave se sitúa en el Polígono Industrial La Foia, calle Proyecto 7 s/n, en la localidad de Quartell (46510), provincia de Valencia.

Se trata de dos naves adosadas construidas a dos aguas compuesta de una única planta industrial, con un altillo ubicado en su parte delantera para las tareas administrativas y de dirección.

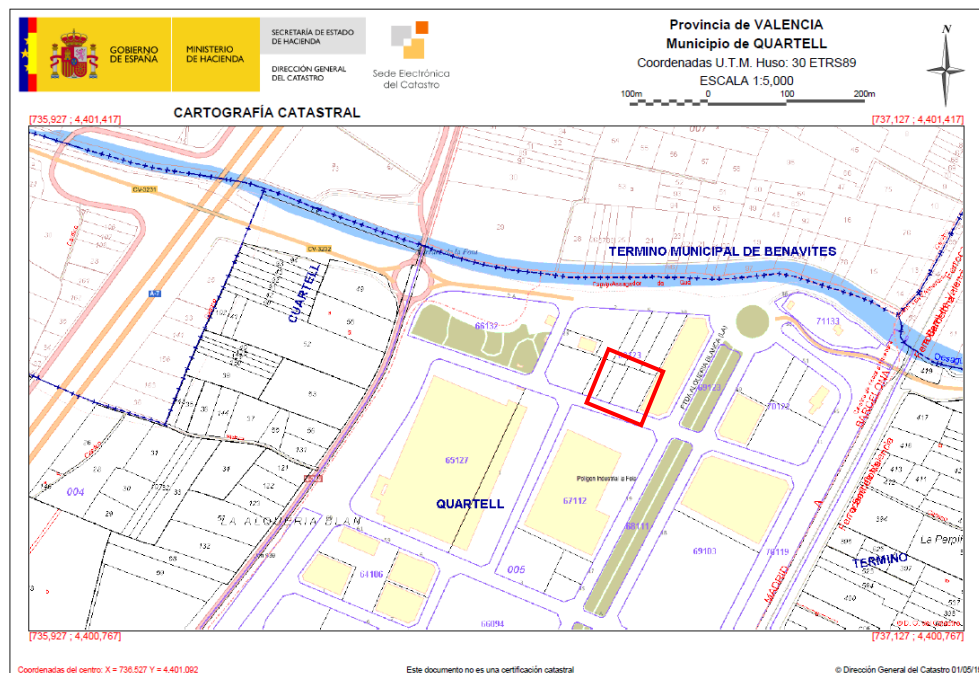


Figura 2.2 – Cartografía catastral. Ubicación de la industria

3. PROCESO INDUSTRIAL

La empresa se dedica a la fabricación de todo tipo de muebles a medida utilizando madera de primera calidad.

Los procesos que se llevan a cabo son los de corte, lijado, mecanizado, chapado y pintado de la madera. Son procesos bastante completos para obtener un producto con excelente acabado.

El primer paso es el proceso de cortar y lijar. Este último influye directamente en el resultado final del mueble u objeto de madera, ya que, si no se realiza un lijado adecuado, el acabado no será el esperado y dará un resultado muy por debajo de la calidad esperada.

El siguiente proceso se trata de mecanizar el tablón de madera. Se utiliza dos tipos de maquinaria dependiendo de las necesidades que se deba realizar sobre éste.

Una de las maquinas es el pantógrafo, en la nave encontraremos dos. Este proceso es el encargado de imprimir cualquier dibujo sobre la pieza de madera.

La otra maquina es el tupí, máquina con la que podremos fresar y agujerear un área determinada de la pieza de madera.

Ambos pueden considerarse uno de los procesos más importantes en la empresa, ya que todas las piezas de madera deben ser mecanizadas.

Cuando las piezas acaban con el mecanizado, pasan al proceso de chapado. Es un proceso igual de importante ya que es necesario que todas las piezas salgan de la fábrica finalizando este proceso. En este caso se tiene dos chapadoras para poder agilizar el trabajo de los operarios.

Seguidamente se realiza el proceso de pintura. Hay varias maderas que no necesitan ser pintadas, pero, la gran mayoría pasan por este proceso. En la nave se va a instalar una cabina de pintura de marca Cabypres que ya viene desde fabrica completamente preparada por el proveedor para ya ser utilizada.

El montaje de rodamientos, manetas u otro tipo de accesorio que se añade a la madera ya mecanizada, pintada y chapada se realiza de forma manual. Para ello existe una zona donde se puede encontrar herramientas manuales y de poca potencia, Zona de Montaje.

Finalmente, el último proceso es el de embalaje. Se trata de un proceso manual ya que no requiere de gran complejidad.

4. ALUMBRADO INDUSTRIAL

El programa que se va a utilizar para el cálculo del alumbrado de la nave es el Dialux. Se trata de conseguir una iluminancia media mínima basada en la norma UNE 12464. Hay que tener en cuenta que se exige a la vez un nivel máximo de deslumbramiento UGR, pero un rendimiento cromático mínimo para las luminarias.

La iluminancia media (E_m), cuya unidad es el lux (lm/m^2), se define como la densidad de flujo luminoso en lúmenes (lm) que atraviesa una superficie de $1m^2$.

El flujo luminoso es la cantidad de luz o energía luminosa que emite una fuente de luz por unidad de tiempo, es decir, la potencia luminosa total que emite la fuente corregida a la sensibilidad a las diferentes longitudes de onda del ojo humano.

El índice de deslumbramiento unificado (UGR) compara entre la luz que incide en los ojos del receptor con la iluminación de fondo. Si la iluminación es uniforme, el UGR será bajo, de lo contrario, si hay puntos de luz más intensos que otros sobre un fondo oscuro, el UGR será alto.

El rendimiento cromático muestra con que exactitud es capaz la fuente de luz de reproducir el color del objeto sobre el que incide.

Color	Factor de reflexión	Material	Factor de reflexión
Blanco	0,70-0,85	Mortero claro	0,35-0,55
Techo acústico blanco, según orificios	0,50-0,65	Mortero oscuro	0,20-0,30
Gris claro	0,40-0,50	Hormigón claro	0,30-0,50
Gris oscuro	0,10-0,20	Hormigón oscuro	0,15-0,25
Negro	0,03-0,07	Arenisca clara	0,30-0,40
Crema, amarillo claro	0,50-0,75	Arenisca oscura	0,15-0,25
Marrón claro	0,30-0,40	Ladrillo claro	0,30-0,40
Marrón oscuro	0,10-0,20	Ladrillo oscuro	0,15-0,25
Rosa	0,45-0,55	Mármol blanco	0,60-0,70
Rojo claro	0,30-0,50	Granito	0,15-0,25
Rojo oscuro	0,10-0,20	Madera clara	0,30-0,50
Verde claro	0,45-0,65	Madera oscura	0,10-0,25
Verde oscuro	0,10-0,20	Espejo de vidrio plateado	0,80-0,90
Azul claro	0,40-0,55	Aluminio mate	0,55-0,60
Azul oscuro	0,05-0,15	Aluminio anodizado y abrigantado	0,80-0,85
		Acero pulido	0,55-0,65

Tabla 4.1 – Coeficientes de reflexión

4.1 Tipo de luminarias

En toda la nave se ha decidido utilizar luminarias tipo LED. Se ha decidido utilizar este tipo de luminarias debido a que:

La tecnología LED presenta un rendimiento lumínico mucho mayor que sus antecesoras (lámparas incandescentes y halógenas), debido a esto presenta un ahorro energético bastante notable.

La luz LED es bastante limpia y sin imperfecciones, con lo que se conseguirá una amplia claridad de visión, además de una amplia aportación ecológica al gran problema mundial de contaminación lumínica. Por ello se asegura que el rendimiento cromático es mejor.

Tiene mejor rendimiento. El tiempo de vida útil de un LED esta sobre las 20000h.

4.1.1 Zona de almacenaje

En la nave se diferencian dos tipos de almacenes. El primero, almacén de materias primas. Por aquí va a entrar toda la materia prima y se va a ir almacenando hasta que en línea se requiera su uso.

Las características constructivas de este almacén son: está construido con un falso techo. Las paredes son lisas y están pintadas con un color claro y el suelo es de hormigón pulido. Conociendo esto podemos deducir los coeficientes de reflexión de dichas superficies.

Las luminarias que se van a instalar son de tipo LED, del modelo Philips LL5323X LED62S/840. Un tipo de luminaria que permite conseguir los 41W de potencia y el mínimo de 100luxes necesarios en los almacenes, según la norma 12464 apartado 4.1: "Almacenes y cuarto de almacén (Tabla de Zona de tráfico y áreas comunes de edificios)."

En el almacén de materia prima se distribuye en un solo circuito todas las luminarias, se verá en los cálculos que es suficiente para cumplir con el criterio de caída de tensión.

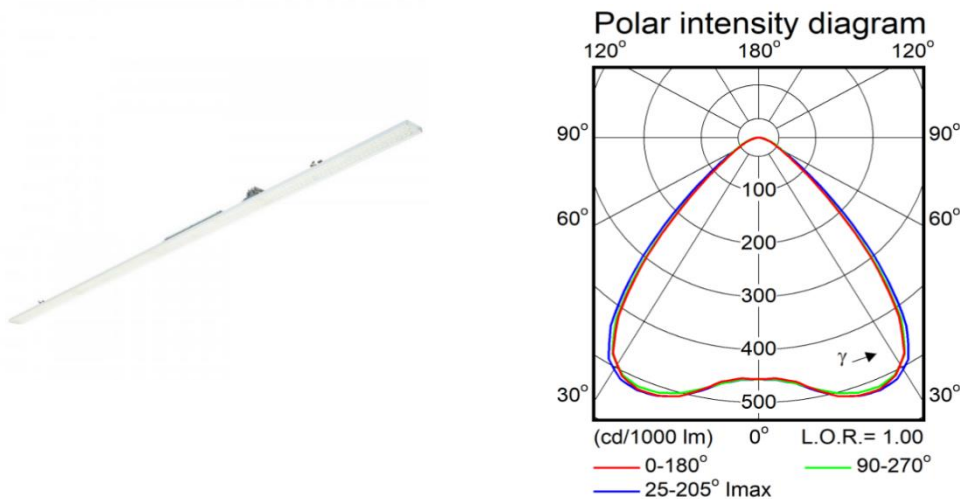


Figura 4.1 – Luminaria Philips LL5323X LED62S/840 41

El almacén de producto acabado en cambio utiliza luminarias Philips RC132V W60L60.

Las paredes, techo y suelo tienen las mismas características que el almacén de materias primas. Por lo que también podemos conocer sus coeficientes de reflexión.

El almacén de producto acaba de repartirse en dos circuitos independientes. Sin embargo, se tendrá presente en esta sala el uso de teleruptores, lo que va a permitir encender y apagar la luz de diferentes zonas del almacén.

4.1.2 Zona de oficinas

En la zona de oficinas se va a llevar a cabo todo el trabajo administrativo de la empresa como también la parte de ingeniería que comprende por ejemplo el diseño del producto o la parte de calidad, que se encargará de realizar el debido control sobre los muebles hechos a medida. Esto significa que las personas pasarán largo tiempo delante de ordenadores, lo que conlleva a exigir según la normativa, una iluminancia media de 500lx con un índice de deslumbramiento de 19.

Hay 3 oficinas en la nave, la primera destinada para la administración junto con la parte de ingeniería. Otra oficina para la dirección y una última que se utilizará para las reuniones que puedan existir.

Todas estas oficinas están construidas con falso techo a 3m de altura. De paredes y techos de colores claros y suelo de color más oscuro. Conociendo esto, se puede deducir los coeficientes de reflexión de dichas superficies.

Respecto a las luminarias que se van a instalar serán de tipo LED, Philips. Se instalará este tipo de luminarias en todas las oficinas.

Concretamente 12 de 33W en la oficina de administración e ingeniería, 4 luminarias de 33W en el despacho del director y 9 luminarias de 36W en la sala de reuniones.

Se han distribuido las luminarias en todas las zonas de manera que sea lo más uniforme posible, evitando las zonas muy claras y las zonas muy oscuras, pero consiguiendo los lx mínimos exigidos por la normativa.

La distribución de las luminarias en las distintas habitaciones será de la siguiente forma:

En la sala de reuniones las luminarias se distribuirán en tres conjuntos de interruptores independientes. Como se ha comentado antes, se realiza esta ordenación para obtener un ahorro energético ya que no siempre será utilizada toda la sala y además se puede aprovechar las horas de luz durante el día.

La oficina del director tendrá sus luminarias divididas en dos interruptores.

Finalmente, las oficinas de administración e ingeniería se dividen por filas en 3 interruptores distintos.

4.1.3 Zona de Vestuarios y Servicios

Al ser una nave de dimensiones bastante grandes, se va a requerir dos vestuarios y baños en la planta baja, uno para mujeres y otro para hombres siendo el segundo un poco más grande debido a la mayor cantidad de varones en la empresa. Ambos vestuarios y baños están contruidos con falso techo a 3m de altura. Las paredes y el techo son blancas mientras que el suelo es un poco más oscuro.

Se distribuyen todas las luminarias de las salas de vestuarios en un mismo interruptor exigiendo 200 lx y un índice de UGR de 25 según la normativa, apartado 2.4: "Vestuarios, salas de lavado, servicios (Tabla de Zona de tráfico y áreas comunes de edificios)".

Para ello, se ha elegido las luminarias Philips DN130B D165 11,6W cada una.

En el caso de los baños (aseo como tal) la normativa exige 200 lx pero un índice menor de UGR, 22.

A pesar de ello se utiliza la misma luminaria que en los vestuarios ya que consigue los valores mínimos exigidos. Por otra parte, se aplica estos mismos requisitos para los baños de la planta de arriba, donde se utilizan las mismas luminarias.

4.1.4 Zona de proceso industrial

La mayor parte de espacio que hay en la nave, se destina a la zona de trabajo de los operarios. En esta zona no hay ventanas por lo que toda luz que llega proviene de luz artificial.

Es un taller con suelo de hormigón pulido y paredes de color neutro y claro. Eligiendo estas características se puede obtener los coeficientes de reflexión mostrados en la Tabla 4.2.

El taller es una zona de grandes dimensiones y el techo se encuentra a gran altura, por tanto, serán necesarias luminarias de tipo industrial. Este tipo de luminarias tienen la suficiente potencia como para alumbrar hasta la altura necesaria para un trabajador.

Sin embargo, al estar situadas a una altura bastante alta, las luminarias no van a tener un mantenimiento frecuente por lo que se las debe dar una protección contra el polvo y así evitar en parte el desgaste que puedan tener.

Por otra parte, es necesario aclarar que existen dos zonas diferenciadas dentro del taller. Una zona donde se encuentran todas las máquinas de gran potencia. Esta zona requiere de una iluminancia media de 500lx, un índice UGR de 19 y un rendimiento cromático de 80, según lo indica la normativa en: "industria maderera y su tratamiento" sección "20.6 "trabajo en máquinas: torneado, estriado, enderezado...". Basándose en estas características se ha elegido luminarias Philips BY471P 1 xECO320S/865.

La otra zona del taller es la del montaje, aquí se realiza pequeñas reparaciones sobre el producto o bien la unión con otras piezas que conforman el mueble, por lo que

se utilizará herramientas de muy baja potencia. Esta zona necesita iluminancia media de 300lx con un índice UGR de 25, por esto se elige las luminarias Philips BY471P.

Junto a la zona de maquinaria hay también una zona de carga del producto acabado y tránsito de personas, aquí se ha utilizado 2 luminarias Philips BY471P con una iluminancia media de 200lx. Realmente serian 150 pero al utilizar 500 lx en la zona de la maquinaria, se decide proyectar una iluminancia media menos drástica.

4.1.5 Zona sala de espera

La nave dispone de una sala de espera donde se intenta conseguir un ambiente acogedor para el cliente/proveedor mientras espera ser atendido. Según la normativa se exige una iluminancia media de 200 lx con un índice UGR de 21. Se consigue este propósito mediante luminarias Philips RC132V W60L60 que proporcionan 33W.

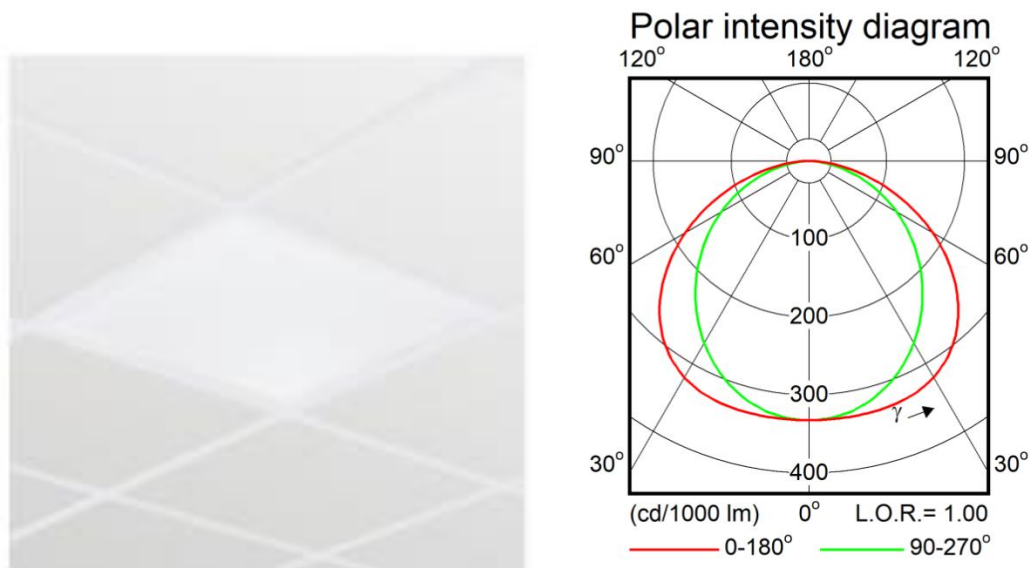


Figura 4.2 – luminaria Philips RC132V W60L60, 33W

4.1.6 Zona de aparcamiento

Se añade a la nave el alumbrado del aparcamiento. Se va a utilizar para ello proyectores Philips BVP 120 de 120W.

Para el encendido de las luminarias se va a elegir la opción de hacerlo por reloj temporizador, es decir, se va a programar una hora de encendido y otra de apagado y con esto se conseguirá el apagado y encendido automático del alumbrado de esta zona.

La normativa exige una iluminancia media de 75 lx.

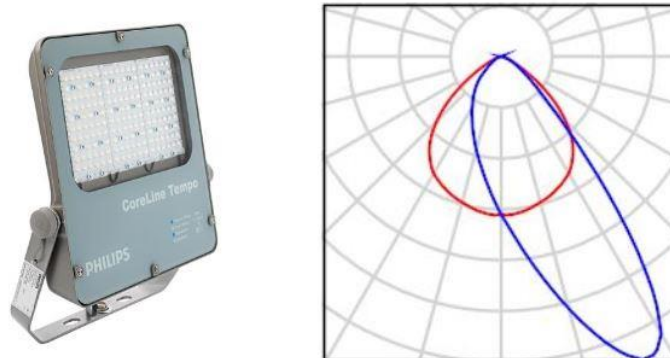


Figura 4.3 – Luminaria Philips BV120, 120W

4.1.7 Zona de embalaje

Es la zona más crítica de la nave. Aquí se aprobará si el producto final es válido o no. Como es una zona donde se debe analizar al detalle el producto la norma exige una iluminancia media de 1000 lx con un índice de UGR de 19. Se consigue este propósito con las luminarias de tipo Philips LL523 de 40W.

Las luminarias se distribuyen todas ellas en un mismo interruptor consiguiendo para el dimensionado una caída de tensión dentro de los límites. Pero esto lo dejaremos para más adelante.

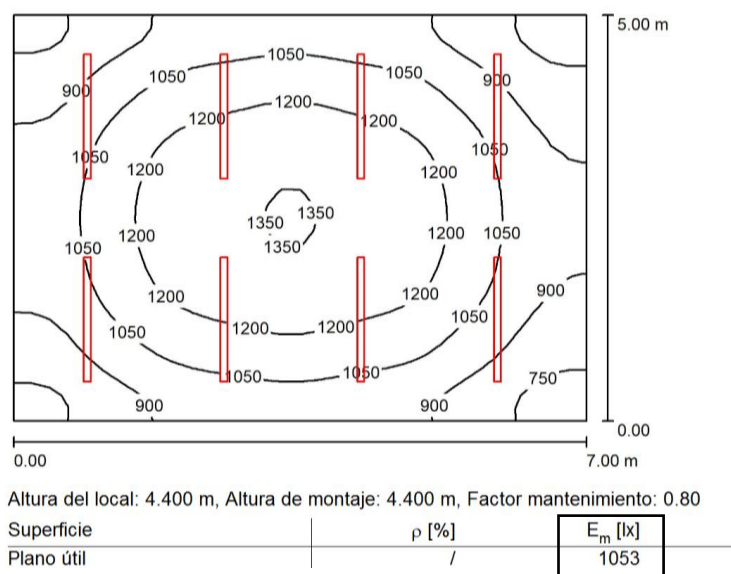


Figura 4.4 – Distribución de la iluminancia media de la zona de Embalaje

El resultado general se proyecta a continuación:

Zona	coef. Reflexión Superficies			Em Norma	Em Resultado	UGR Norma	UGR Resultado	UNE 12464
	s	t	p					
Oficinas	30	70	65	500	410	19	19	1.4 Puestos de trabajo de CAD 1.5 Salas de conferencias y reuniones.
Despacho jefe	33	70	65	500	336	19	16	1.4 Puestos de trabajo de CAD 1.5 Salas de conferencias y reuniones.
Sala Reuniones	30	70	65	500	521	19	19	1.4 Puestos de trabajo de CAD 1.5 Salas de conferencias y reuniones.
Sala de espera	30	70	65	200	244	21	21	1.2 Salas de espera, personal y pasillos.
Baño H 1P	25	70	50	200	201	25	<10	2.4 Vestuarios, salas de lavado, servicios (Tabla de Zona de tráfico y áreas comunes de edificios).
Baño M 1P	60	70	80	200	327	22	17	2.4 Vestuarios, salas de lavado, servicios (Tabla de Zona de tráfico y áreas comunes de edificios).
Embalaje	45	80	75	1000	1053	19	17	20.8 Control de Calidad, inspección (Tabla de actividades Industriales y artesanales).
Sala Compresores	45	70	60	100	139	25	24	4.1 Almacenes y cuarto de almacén (Tabla de Zona de tráfico y áreas comunes de edificios).
Taller	30	30	40	500	501	19	20	20.6 Trabajo en máquinas: torneado, estriado, enderezado...(Tabla de actividades Industriales y artesanales).
Montaje	30	30	40	300	304	25	25	20.4 Trabajo en uniones, encolado, montaje (Tabla de actividades Industriales y artesanales).
Tramo de carga	30	30	40	200*	193	25	26	1.2 Zona carga/ descarga escaleras, cintas transportadoras, 150 25 40 rampas/tramos de carga
Almacén materias primas	20	50	50	100	119	25	25	4.1 Almacenes y cuarto de almacén (Tabla de Zona de tráfico y áreas comunes de edificios).
Almacén Prod. acabado	20	50	50	100	80	25	23	4.1 Almacenes y cuarto de almacén (Tabla de Zona de tráfico y áreas comunes de edificios).
Exposiciones	30	70	70	300	303	22	18	3.1 alumbrado general (Tabla de lugares de pública concurrencia).
Aparcamiento	10	30	30	75	100	-	-	7.4 Áreas de aparcamiento (Tabla de aparcamientos públicos de vehículos (interior))

Escaleras	25	70	65	150	149	25	18	1.2 escaleras..., (tabla de Zona de tráfico y áreas comunes de edificios)
-----------	----	----	----	-----	-----	----	----	---

Tabla 4.2 – Resultados Luminotécnicos

5. POTENCIA TOTAL INSTALADA Y DEMANADA

La potencia requerida en la nave se compone de la potencia que demandan las maquinas, la potencia para el alumbrado y la potencia para las tomas de corriente monofásicas y trifásicas.

Sin embargo, no se va a tener en cuenta toda la potencia de las tomas de corriente. Esto es así, porque se ha instalado potencia extra para posibles ampliaciones futuras.

Además, a la potencia real total, compuesta por la potencia activa y reactiva, se le añade un coeficiente de simultaneidad de 0,7. Esto se debe a que todas las maquinas no están en funcionamiento ni a la vez ni durante todo el día.

5.1 Taller

Se va a entender como taller tanto la zona donde se encuentran las maquinas como la zona de montaje, lugar donde se utiliza herramientas de poca potencia, como pueden ser los taladros manuales.

Es una de las zonas donde se va a acumular la mayor cantidad de potencia, ya que se utilizará luminarias industriales de gran potencia, concretamente más de 200kW.

La tabla siguiente muestra un resumen de la potencia destinada al alumbrado:

POTENCIA ILUMINACIÓN TALLER			W
Zona mecanizado	BY471P	15	3270
Montaje	BY471P	7	1526

Tabla 5.1 – Potencia alumbrado Taller

Por otra parte, se representa en la tabla 5.2 las cargas que presentan cada máquina que se encuentra en el taller.

CANTIDAD	MAQUINA	P (kW)	F.USO	COS(φ)	Q(var)	Stotal(kva)
3	SIERRAS	8	1	0,8	6,00	30,00
2	TUPI	3,75	0,6	0,8	2,81	9,38
1	CABINA DE PINTURA	12,75	1	0,8	9,56	15,94
1	INSTALACION DE ASPIRACION	30	1	0,8	22,50	37,50
2	LIJADORAS	2,25	1	0,8	1,69	5,63
2	COMPRESORES	30	1	0,8	22,50	75,00
2	PANTOGRAFOS	11	1	0,8	8,25	27,50
4	TALADROS MANUALES	0,5	0,6	0,7	0,51	2,86
1	FLEJADORA	1	0,6	0,8	0,75	1,25
3	LIJADORAS MANUALES	0,3	0,6	0,7	0,31	1,29
3	CARRETILLAS ELEVADORAS	4,6	1	0,8	3,45	17,25

Tabla 5.2 – Cargas taller

La mayor cantidad de potencia que necesita la nave se destina a las maquinas del taller, concretamente a la zona de corte y mecanizado. Se les aplica un factor de uno.

En cambio, las celdas en color gris de la tabla son herramientas de poca potencia. Se usan tomas de corrientes monofásicas. Estas herramientas se ubican en la zona de montaje. Además de ello, es necesario resaltar que se les ha aplicado un factor de uso de 0.6, ya que son herramientas que se utilizan en un corto periodo de tiempo durante el día.

5.2 Oficinas y sala de espera

Se destaca la utilización de dos circuitos de alumbrado independientes para la sala de oficinas de administración e ingeniería. Se toma esta decisión para proporcionar una protección extra a esta sala en caso de fallo externo.

5.3 Vestuarios y baños

Para estas zonas se instala un termo de agua de 1.8kW, que alimenta conjuntamente al vestuario de hombres y de mujeres.

Los secamanos, de los vestuarios de planta como los baños de la planta 1 estarán junto a las tomas de corriente, pero se pondrán en circuitos separados para minimizar las secciones y las caídas de tensión.

5.4 Sala de pintura

En este caso el proveedor es el total responsable del funcionamiento de la máquina. Como se muestra en el catálogo del anexo, es el que va a proveer todos los elementos necesarios tanto de la máquina como para su instalación dentro de la nave. Por tanto, no se va a hacer la instalación eléctrica de esta máquina, pero si se va a tener en cuenta que potencia va a requerir, para la potencia total necesaria en la nave.

5.5 Embalaje

Esta sala es importante a la hora de validar el producto final, sin embargo, no se va a utilizar ningún tipo de máquina que suponga un gasto de potencia para la nave.

Se utilizarán embaladoras manuales y así se garantiza que el producto se trate con el mayor de los cuidados.

5.6 Potencia total

Por todo lo antes mencionado se llega a la conclusión que se requiere las siguientes potencias:

	P(kW)	Q (kvar)	S total (kva)
TOTAL MÁQUINAS	239,86	179,71	
TOTAL LUMINARIAS	8,33	4,04	
TOMAS DE CORRIENTE	70,1	0	
TOTAL POTENCIAS	222,81	128,62	
POTENCIA TOTAL REAL REQUERIDA			257,27

Tabla 5.3 – Reparto de potencias

6. DIMENSIONADO

6.1 Intensidad nominal y de cálculo

Para empezar a dimensionar la instalación eléctrica de la nave es necesario conocer cuál es la corriente nominal que necesita cada máquina para su funcionamiento normal. Se calcula de la siguiente manera:

$$I_n = \frac{S}{\phi * V_L} \quad (6.1)$$

Siendo:

I_n – Intensidad nominal (A)

S – Potencia aparente (VA)

V_L – Tensión de línea (V)

El valor de ϕ es igual a $\sqrt{3}$ en caso de que el receptor sea trifásico (400V) y ϕ igual a 1 en el que caso de que sean monofásicos(230V).

Pero se debe tener en cuenta que no siempre la corriente nominal es la que se utiliza para el dimensionamiento de las líneas. Esto ocurre en el caso de los motores, donde su corriente se debe incrementar un 25% en la nominal según ITC-BT-47.

Líneas sin motores

$$I_b = \sum I_n \quad (6.2)$$

Líneas con motores

$$I_b = 1.25 \times I_{n,mot.max} + \sum I_n \quad (6.3)$$

Siendo:

$I_{n,mot.max}$ corriente nominal del motor de mayor potencia en la línea.

6.2 Dimensionado térmico

El dimensionamiento de los conductores por criterio térmico se rige a que en funcionamiento normal el conductor no debe alcanzar una cierta temperatura. Esta

temperatura máxima viene dada por el tipo de aislamiento del conductor. En este proyecto se utiliza cables XLPE que soportan 90°C.

El calentamiento en los conductores se produce cuando la corriente que circula por el conductor, debido a su resistencia, generan pérdidas de potencia que lo calientan.

Con el fin de calcular la sección del conductor y la corriente admisible que puede circular por él sin alcanzar la temperatura máxima admisible(90°C), es necesario conocer la temperatura del ambiente, el tipo de cable, el método de instalación y los factores de corrección (según estén agrupados varios circuitos, según la resistividad del suelo...).

La tabla norma UNE 20460-5-523 nos presenta en la tabla A.52-1 las intensidades admisibles para un único circuito instalado a 30°C al aire libre y A.52-2 para conductores enterrados con una temperatura del terreno igual 20°C.

Tabla A.52-1
Intensidades admisibles en amperios
Temperatura ambiente 30 °C en el aire

Método de instalación de la tabla 52 – B1	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento											
		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
A1		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
A2	PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
B1				PVC3	PVC2	XLPE3	XLPE2		XLPE2			
B2			PVC3	PVC2	XLPE3	XLPE2						
C					PVC3	PVC2	XLPE3		XLPE2			
E						PVC3	PVC2	XLPE3	XLPE2			
F							PVC3	PVC2	XLPE3	XLPE2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Sección mm ²												
Cu												
1,5	13	13,5	14,5	15,5	17	18,5	19,5	22	23	24	26	–
2,5	17,5	18	19,5	21	23	25	27	30	31	33	36	–
4	23	24	26	28	31	34	36	40	42	45	49	–
6	29	31	34	36	40	43	46	51	54	58	63	–
10	39	42	46	50	54	60	63	70	75	80	86	–
16	52	56	61	68	73	80	85	94	100	107	115	–
25	68	73	80	89	95	101	110	119	127	135	149	161
35	–	–	–	110	117	126	137	147	158	169	185	200
50	–	–	–	134	141	153	167	179	192	207	225	242
70	–	–	–	171	179	196	213	229	246	268	289	310
95	–	–	–	207	216	238	258	278	298	328	352	377
120	–	–	–	239	249	276	299	322	346	382	410	437
150	–	–	–	–	285	318	344	371	395	441	473	504
185	–	–	–	–	324	362	392	424	450	506	542	575
240	–	–	–	–	380	424	461	500	538	599	641	679
Aluminio												
2,5	13,5	14	15	16,5	18,5	19,5	21	23	24	26	28	–
4	17,5	18,5	20	22	25	26	28	31	32	35	38	–
6	23	24	26	28	32	33	36	39	42	45	49	–
10	31	32	36	39	44	46	49	54	58	62	67	–
16	41	43	48	53	58	61	66	73	77	84	91	–
25	53	57	63	70	73	78	83	90	97	101	108	121
35	–	–	–	86	90	96	103	112	120	126	135	150
50	–	–	–	104	110	117	125	136	146	154	164	184
70	–	–	–	133	140	150	160	174	187	198	211	237
95	–	–	–	161	170	183	195	211	227	241	257	289
120	–	–	–	186	197	212	226	245	263	280	300	337
150	–	–	–	–	226	245	261	283	304	324	346	389
185	–	–	–	–	256	280	298	323	347	371	397	447
240	–	–	–	–	300	330	352	382	409	439	470	530

Tabla A.52-1 – Intensidades admisibles en amperios a temperatura ambiente 30°C en el aire

Tabla A.52-2
Intensidades admisibles en amperios
Temperatura ambiente 20 °C en el terreno

Método de instalación	Sección mm ²	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento			
		PVC2	PVC3	XLPE2	XLPE3
D	Cobre				
	1,5	22	18	26	22
	2,5	29	24	34	29
	4	38	31	44	37
	6	47	39	56	46
	10	63	52	73	61
	16	81	67	95	79
	25	104	86	121	101
	35	125	103	146	122
	50	148	122	173	144
	70	183	151	213	178
	95	216	179	252	211
	120	246	203	287	240
	150	278	230	324	271
	185	312	258	363	304
240	361	297	419	351	
300	408	336	474	396	
D	Aluminio				
	2,5	22	18,5	26	22
	4	29	24	34	29
	6	36	30	42	36
	10	48	40	56	47
	16	62	52	73	61
	25	80	66	93	78
	35	96	80	112	94
	50	113	94	132	112
	70	140	117	163	138
	95	166	138	193	164
	120	189	157	220	186
	150	213	178	249	210
	185	240	200	279	236
	240	277	230	322	272
300	313	260	364	308	

Tabla A.52-2 – Intensidades admisibles en amperios a temperatura ambiente 20°C en el terreno

En el caso de conductores al aire libre en que la temperatura ambiente no sea de 30°C se debe tener en cuenta un coeficiente correctivo que se muestra en la Tabla 52-D1. Además, en caso de existir más agrupamiento de más de un circuito también se le aplica un coeficiente correctivo según la tabla A.52-3.

Tabla 52 – D1
Factores de corrección para temperaturas ambiente diferentes de 30 °C a aplicar a los valores de las intensidades admisibles para cables al aire libre

Temperatura ambiente °C	Aislamiento			
	PVC	XLPE y EPR	Mineral*	
			Cubierta de PVC o cable desnudo y accesible 70 °C	Cable desnudo e inaccesible 105 °C
10	1,22	1,15	1,26	1,14
15	1,17	1,12	1,20	1,11
20	1,12	1,08	1,14	1,07
25	1,06	1,04	1,07	1,04
35	0,94	0,96	0,93	0,96
40	0,87	0,91	0,85	0,92
45	0,79	0,87	0,87	0,88
50	0,71	0,82	0,67	0,84
55	0,61	0,76	0,57	0,80
60	0,50	0,71	0,45	0,75
65	–	0,65	–	0,70
70	–	0,58	–	0,65
75	–	0,50	–	0,60
80	–	0,41	–	0,54
85	–	–	–	0,47
90	–	–	–	0,40
95	–	–	–	0,32

* Para temperaturas ambiente más elevadas, consultar al fabricante.

Tabla 52.D1 – Factores de corrección para temperaturas admisibles diferentes de 30°C al aire libre

Ítem	Disposición de los cables en contacto	Número de circuitos o de cables multipolares												Para ser usados con las intensidades admisibles de los siguientes métodos de referencia
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20	
1	Agrupados en aire, sobre una superficie, embutidos o encerrados	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	Métodos A1, A2, B1, B2, D1 y D2
2	Una sola capa sobre pared, piso o bandeja no perforada	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	No es necesario una mayor reducción para más de nueve circuitos o cables multipolares			Método C
3	Una sola capa fijada debajo de cielorraso	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Una sola capa sobre una bandeja perforada horizontal o vertical	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				Métodos E y F
5	Una sola capa sobre bandeja tipo escalera o engrapada	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				

Tabla A.52-3 – Factores de reducción para agrupamiento de más de un circuito

Para cables enterrado con temperatura distinta a 20°C se utiliza el factor de corrección de la tabla 52-D2 y para conductos enterrados de resistividad diferente de 2,5 K·m/W la tabla 52-D3.

Temperatura del terreno °C	Aislamiento	
	PVC	XLPE y EPR
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	–	0,60
70	–	0,53
75	–	0,46
80	–	0,38

Tabla 52-D2 – Factores de corrección para temperaturas ambiente del terreno diferentes de 20°C en cables en conductos cerrados

Tabla 52 – D3

Factores de corrección para cables en conductos enterrados en terrenos de resistividad diferente de 2,5 K·m/W a aplicar a los valores de las intensidades admisibles para el método de referencia D

Resistividad térmica K·m/W	1	1,5	2	2,5	3
Factor de corrección	1,18	1,1	1,05	1	0,96
NOTA 1 – Los factores de corrección dados están promediados para los rangos de dimensiones de conductores y los tipos de instalación de las tablas 52-C1 a 52 – C4. La precisión de los factores de corrección es de ±5%. NOTA 2 – Los factores de corrección se aplican a los cables en canalizaciones enterradas; para cables depositados directamente en el terreno los factores de corrección para resistividades térmicas inferiores a 2,5 K·m/W serán más elevados. Si son necesarios valores más precisos, pueden ser calculados por medio de los métodos dados en la Norma IEC 60287. NOTA 3 – Los factores de corrección se aplican a los conductos enterrados hasta una profundidad de 0,8 m.					

Al tener ya todos los factores de corrección, se calcula uno global de la forma siguiente:

$$K = k_T k_A k_R \quad (6.4)$$

Siendo:

k_T – Coeficiente de temperatura.

k_A – Coeficiente de agrupación.

k_R – Coeficiente de resistividad del terreno, solo en conductores enterrados.

Se divide la corriente de diseño I_b (la nominal en caso de no ser motor y $1.25 \cdot I_n$ en caso de serlo) entre K:

$$\frac{I_b}{K} \quad (6.5)$$

Esta corriente es la que se debe utilizar para obtener la sección del conductor con la tabla A52-1 en caso de conductores al aire libre o la tabla A52-2 en caso de que sean enterrados.

6.3 Dimensionado por caída de tensión

La caída de tensión es la diferencia de potencial que existe entre dos puntos, el inicio y final de la línea que se quiera calcular. En el extremo donde se conecte la carga, la tensión será menor que al inicio de esta línea. Al recorrer corriente por la línea se genera una caída de tensión debido a la resistencia y reactancia que se genera en el cable. A pesar de que en la mayoría de los casos la reactancia se desprecia, se va a tener en cuenta en este proyecto, ya que a partir de 25mm^2 es conveniente no despreciarlo.

Líneas trifásicas
$$\Delta U(\%) = 100 \cdot \frac{1}{V_n^2} x(R \cdot P + X \cdot Q) \quad (6.6)$$

Líneas monofásicas
$$\Delta U(\%) = 2 \cdot 100 \cdot \frac{1}{V_n^2} x(R \cdot P + X \cdot Q) \quad (6.7)$$

Siendo:

V – Tensión eficaz de línea(V)

R – Resistencia de la línea(Ω)

X – Reactancia de la línea(Ω)

P – Potencia activa de la línea(W)

Q – Potencia reactiva de la línea(var)

Se calcula la resistencia y reactancia de la línea de la siguiente forma:

$$R = \frac{\rho \cdot L}{s} (\Omega) \quad (6.8)$$

Siendo:

ρ – Resistividad del cobre a temperatura T ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)

L- Longitud de la línea (m)

s - Sección del conductor (mm^2)

La resistividad del cobre varia con la temperatura y esta a su vez muestra como de cerca está el valor de la corriente con la corriente máxima admisible. Es decir, cuanto más pequeña sea la diferencia entre ambas corrientes, el conductor de cobre estará más caliente.

La variación de la resistividad se considera lineal y puede expresarse así:

$$\rho = \rho_{20^\circ\text{C}} \frac{234.5 + T}{254.5} \quad (6.9)$$

Siendo:

ρ – Resistividad del cobre a temperatura T ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$).

$\rho_{20^\circ\text{C}}$ – Resistividad del cobre a 20°C ($0.017 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$).

T – Temperatura del conductor ($^\circ\text{C}$).

El cálculo de la temperatura se hace de forma aproximada, a pesar de que en la realidad seguiría un método iterativo.

$$T = T_{amb} + (T_{adm} - T_{amb}) \left(\frac{I_b}{I_{adm}} \right)^2 \quad (6.10)$$

Siendo:

T – Temperatura del conductor ($^\circ\text{C}$)

T_{amb} – Temperatura ambiente

T_{adm} – Temperatura admisible del conductor (XLPE= 90°C)

I_b – Intensidad de diseño (A)

I_{adm} – Intensidad admisible para esa sección de conductor (A)

Por otra parte, la reactancia es:

$$X = x_u \cdot L \ (\Omega) \quad (6.11)$$

Siendo:

$$x_u = 80 \left(\frac{m\Omega}{km} \right)$$

L- Longitud de la línea (m).

Pero la caída de tensión total $\Delta U_{total}(\%)$, es la suma de las caídas de tensiones que existen desde el transformador hasta el final de la línea que se esté calculando.

Por tanto, la finalidad es diseñar la sección del conductor teniendo en cuenta que la caída de tensión que genere no debe superar los siguientes valores:

$$\text{Fuerza} \leq 6.5\% \quad (6.12)$$

$$\text{Alumbrado} \leq 4.5\% \quad (6.13)$$

7. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

7.1 Centro de transformación

El transformador elegido para este proyecto tendrá las siguientes características:

CARACTERISTICAS TRANSFORMADOR	
Potencia nominal	400 kva
Relación de transformación	20 kV/400V
Tensión de cortocircuito (%)	4 %

Tabla 7.1 – Especificaciones del transformador

El objetivo del centro de transformación es realizar la transformación de la energía precedente en 20KV a una tensión menor, 400V.

Como en la nave se trabaja con potencias superiores a 100kW es necesario la utilización del transformador en la empresa. A pesar de que el transformador tendrá titularidad particular, se deberá instalar en el exterior de la nave para que la empresa suministradora tenga acceso a el.

7.2 Cuadro general

El cuadro general es el cuadro principal de las protecciones. Desde este cuadro se llega a los cuadros secundarios y sirve de conexión para recibir la corriente del transformador.

Se va a instalar en una zona donde este próximo a las máquinas de mayor consumo, tal como lo refleja en los planos. Esto se hace así, para minimizar la caída de tensión.

7.3 Cuadros secundarios

Los cuadros secundarios están situados a una altura de 1.5m. Se va a repartir un total de 9 cuadros secundarios por toda la nave de forma que estos queden lo más cerca de la carga eléctrica que tienen que alimentar y así minimizar el volumen de conductor necesario. En estos cuadros secundarios se va a instalar las protecciones oportunas para cada circuito que sale del cuadro.

7.4 Método de instalación

El método de instalación para el dimensionado de los conductores es una parte primordial en los cálculos.

La nave se dedicada a la fabricación de muebles, por lo que se va a trabajar con madera, la cual produce serrín. La instalación eléctrica de esta nave debe tener, por tanto, todos los cables debidamente protegidos y sin contacto con el serrín o polvo que se produce con las diferentes maquinas que hay en el taller que a pesar de ser mínimo porque existe un sistema de aspiración, hay que evitarlo.

Por eso, se decide utilizar dos tipos de método de instalación:

Por una parte, la utilización de tubo, método de instalación B2 (Tabla 7.1). Este método se utiliza al bajar de la canal cerrada o de ir del cuadro secundario a la máquina eléctrica.

El segundo método se trata de una canal cerrada, método de instalación C (Tabla 7.2). Esta canal está totalmente cerrada y no tiene perforaciones. Se evitará de esta forma el contacto directo del conductor con el serrín y polvo. Se va a instalar para las líneas que vayan desde el cuadro general hasta los cuadros secundario a una altura de 3 o 4 metros, dependiendo de la conexión CG-CS. Estará pegada a la pared y rodeando todo el interior de la nave.

El método de instalación para el cable que debe ir enterrado, desde el transformador hasta el cuadro general, es D1 y se muestra en la Tabla 7.3.

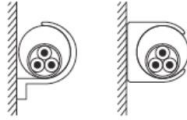
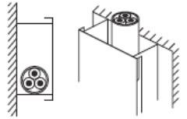
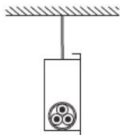
Punto N°	Métodos de instalación	Descripción	Métodos de instalación de referencia a utilizar para obtener las intensidades admisibles
1	2	3	4
5		Cable multiconductor en conducto sobre pared de madera o de mampostería, no espaciados de ella una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del conductor.	B2
8 9		Cable multiconductor en abrazaderas fijadas sobre una pared de madera: - en recorrido horizontal ¹⁾ - en recorrido vertical ²⁾	En estudio (B2 puede ser utilizado)
11		Cable multiconductor en abrazaderas suspendidas ³⁾	B2

Tabla 7.2 – Método de instalación B2

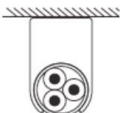
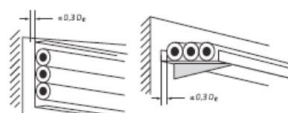
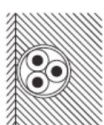
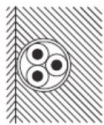
22		Cables unipolares o multipolares separados del techo	C
30		Cables unipolares o multipolares sobre bandejas de cables no perforadas	C
57		Cables unipolares o multipolares empotrados directamente en las paredes de mampostería de resistividad inferior a 2 K-m/W sin protección contra los datos mecánicos complementarios ¹⁾	C
58		Con protección contra los datos mecánicos complementarios ¹⁾	C

Tabla 7.3 – Método de instalación C

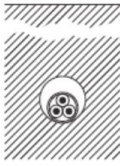
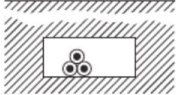
Punto N°	Métodos de instalación	Descripción	Métodos de instalación de referencia a utilizar para obtener las intensidades admisibles
1	2	3	4
70		Cable multiconductor en conductos o en conductos perfilados enterrados	D
71		Cables unipolares en conductos o en conductos perfilados enterrados	D

Tabla 7.4 – Método de instalación D

Hay que tener en cuenta que se ha tomado como temperatura ambiente desfavorable 35°C llegando a 40°C en las salas donde hay falso techo ya que la acumulación de calor en un espacio tan pequeño es mayor. Esto conlleva a que es necesario utilizar un coeficiente de corrección de temperatura Tabla 52-D1, ya que como se había dicho antes, las tablas que muestran la intensidad admisible están hechas para el cálculo a 30°C de temperatura ambiente en el aire y 20°C para enterrados.

Además, la mayoría de las veces por el tubo o la canal, van normalmente varios circuitos. En estos casos se debe utilizar la Tabla A.52-3 donde están los coeficientes de agrupación (k_a). Se vera que al utilizar varios circuitos $k_a \leq 1$.

Los coeficientes de corrección y el método de instalación para todas las líneas se muestran a continuación:

Línea	Met. Instalación	Ka	Kt	Kr	K
L.CT-CG	D1	0,80	0,96	1,18	0,91
L.CT-CG	TUBO B2	0,80	0,96	1,18	0,91
L.CG-S2	TUBO B2	0,80	0,96	1,00	0,77
L.CG-LIJ2	TUBO B2	0,80	0,96	1,00	0,77
L.CG-C1	TUBO B2	1,00	0,96	1,00	0,96
L.CG-C2	TUBO B2	1,00	0,96	1,00	0,96
L.CG-MONO C	TUBO B2	0,80	0,91	1,00	0,73
L.CG-ALUM C	TUBO B2	0,80	0,91	1,00	0,73
L.CG-CS1	CANAL C	0,57	0,96	1,00	0,55
L.CG-CS1	TUBO B2	1,00	0,96	1,00	0,96
LCS1-S3	TUBO B2	1,00	0,96	1,00	0,96
L.CS1-TUPI1	TUBO B2	0,80	0,96	1,00	0,77

L.CS1 -LIJ1	TUBO B2	0,80	0,96	1,00	0,77
L.CS1-MONO	TUBO B2	0,80	0,96	1,00	0,77
L.CS1-TRIF	TUBO B2	0,80	0,96	1,00	0,77
L.CG-CS2	TUBO B2	0,80	0,96	1,00	0,77
L.CS2-S2	TUBO B2	1,00	0,96	1,00	0,96
L.CS2-MOTOR 1	TUBO B2	1,00	0,96	1,00	0,96
L.CS2-ALUM MO	TUBO B2	1,00	0,96	1,00	0,96
CS- ALUM MEC1	TUBO B2	1,00	0,96	1,00	0,96
CS- ALUM MEC2	TUBO B2	1,00	0,96	1,00	0,96
L.CG-CS3	CANAL C	0,57	0,96	1,00	0,55
L.CG-CS3	TUBO B2	1,00	0,96	1,00	0,96
L.CS3-TUPÍ2	TUBO B2	1,00	0,96	1,00	0,96
L.CS3- CHAP2	TUBO B2	0,80	0,96	1,00	0,77
L.CS3-PANT2	TUBO B2	0,80	0,96	1,00	0,77
L.CG-CS4	CANAL C	0,57	0,96	1,00	0,55
L.CG-CS4	TUBO B2	1,00	0,96	1,00	0,96
L.CS4-CHAP1	TUBO B2	1,00	0,96	1,00	0,96
L.CS4-PANT1	TUBO B2	1,00	0,96	1,00	0,96
L.CS4-MONO	TUBO B2	0,80	0,96	1,00	0,77
L.CS4-TRIF	TUBO B2	0,80	0,96	1,00	0,77
L.CG-CS5	CANAL C	0,57	0,96	1,00	0,55
L.CG-CS5	TUBO B2	1,00	0,96	1,00	0,96
L.CS5-MONO1	TUBO B2	0,80	0,91	1,00	0,73
L.CS5-SECM	TUBO B2	0,80	0,91	1,00	0,73
L.CS5-T AGUA	TUBO B2	0,70	0,96	1,00	0,67
L.CS5-MONO2	TUBO B2	0,80	0,96	1,00	0,77
L.CS5-MONO3	TUBO B2	0,80	0,91	1,00	0,73
L.CS5-ALUMM	TUBO B2	0,70	0,91	1,00	0,64
L.CS5-ALUMH	TUBO B2	0,70	0,91	1,00	0,64
L.CS5-ALUM E	TUBO B2	1,00	0,91	1,00	0,91
L.CG-CS6	CANAL C	0,57	0,96	1,00	0,55
L.CG-CS6	TUBO B2	1,00	0,96	1,00	0,96
L.CS6-MONO1	TUBO B2	1,00	0,96	1,00	0,96
L.CS6-MONO2	TUBO B2	0,80	0,96	1,00	0,77
L.CS6-TRIF	TUBO B2	0,80	0,96	1,00	0,77
L.CG-CS7	CANAL C	0,57	0,96	1,00	0,55
L.CG-CS7	TUBO B2	1,00	0,96	1,00	0,96

L.CS7-MONOP	TUBO B2	0,80	0,91	1,00	0,73
L.CS7-MONOE	TUBO B2	0,80	0,91	1,00	0,73
L.CS7-ALUM E	TUBO B2	0,80	0,91	1,00	0,73
L.CS7-ALUM P	TUBO B2	0,80	0,91	1,00	0,73
L.CG-CS8	TUBO B2	0,80	0,96	1,00	0,77
L.CS8-MONO1	TUBO B2	0,80	0,91	1,00	0,73
L.CS8-MONO2	TUBO B2	0,80	0,91	1,00	0,73
L.CS8-MONO6	TUBO B2	0,80	0,91	1,00	0,73
L.CS8-SECM	TUBO B2	0,80	0,91	1,00	0,73
L.CS8-MONO4	TUBO B2	0,80	0,91	1,00	0,73
L.CS8-MONO5	TUBO B2	0,80	0,91	1,00	0,73
L.CS8-ALUM OFI	TUBO B2	1,00	0,91	1,00	0,91
L.CS8-ALUM SE	TUBO B2	1,00	0,91	1,00	0,91
L.CS8-ALUM M	TUBO B2	0,80	0,91	1,00	0,73
L.CS8-ALUM H	TUBO B2	0,80	0,91	1,00	0,73
L.CS8-ALUM R	TUBO B2	0,80	0,91	1,00	0,73
L.CS8-ALUM J	TUBO B2	0,80	0,91	1,00	0,73
L.CG-CS9	TUBO B2	1,00	0,96	1,00	0,96
L.CS9-MOTOR 2	TUBO B2	1,00	0,96	1,00	0,96
L.CS9-MONO	TUBO B2	0,80	0,91	1,00	0,73
L.CS9-EXTR.	TUBO B2	1,00	0,96	1,00	0,96
L.CS9- B. AGUA	TUBO B2	1,00	0,96	1,00	0,96
L.CS9-ALUM PRI	TUBO B2	0,80	0,91	1,00	0,73
CS9- ALUM APARC	TUBO B2	1,00	0,96	1,00	0,96

Tabla 7.5 – Coeficientes de corrección

7.5 Conductores

Se va a utilizar un conductor de cobre flexible, ya que gracias a la cantidad de hilos que tiene, permite que su movimiento se realice con facilidad.

El aislante que se utiliza es polietileno reticulado, XLPE, es un plástico termoestable que permite alcanzar temperaturas más altas que el PVC. En caso de aumento de la temperatura no se deforma. Se escoge este tipo de aislante debido al poco impacto ambiental que tiene a diferencias de aislantes de PVC. El precio es casi similar así que definitivamente se decanta por un aislamiento XLPE.

La cubierta de los cables tiene como misión proteger al aislante de ataques como la luz solar. Se utiliza cubiertas de poliolefinas.

La combinación del aislante XLPE con cubierta de poliolefinas permite construir cables de 06/1kV de aislamiento. La designación normalizada es RZ1-K. son de baja emisión de gases corrosivos (UNE-EN 60754-2 y IEC 60754-2), baja emisión de humos según (UNE-EN 61034 e IEC 61034).

Son cables libres de halógenos y de no propagación de llama.

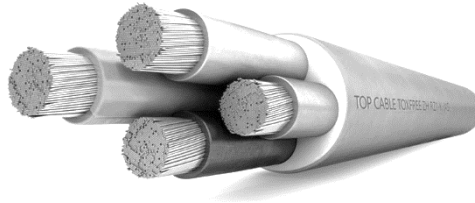


Figura 7.1 – Cable Tipo RZ1-K

La relación de secciones de cada línea de acuerdo con los cálculos de dimensionado será la siguiente:

Línea	Met. Instalación	Tensión(V)	Sección(mm ²)
L.CT-CG	D1	400	95
L.CT-CG	TUBO B2	400	95
L.CG-S2	TUBO B2	400	2,5
L.CG-LIJ2	TUBO B2	400	1,5
L.CG-C1	TUBO B2	400	10
L.CG-C2	TUBO B2	400	10
L.CG-MONO C	TUBO B2	230	2,5
L.CG-ALUM C	TUBO B2	230	1,5
L.CG-CS1	CANAL C	400	25
L.CG-CS1	TUBO B2	400	25
LCS1-S3	TUBO B2	400	2,5
L.CS1-TUPI1	TUBO B2	400	1,5
L.CS1 -LIJ1	TUBO B2	400	1,5
L.CS1-MONO	TUBO B2	230	2,5
L.CS1-TRIF	TUBO B2	400	6
L.CG-CS2	TUBO B2	400	4
L.CS2-S2	TUBO B2	400	2,5
L.CS2-MOTOR 1	TUBO B2	230	1,5
I.CS2-ALUM MO	TUBO B2	230	1,5

CS- ALUM MEC1	TUBO B2	230	1,5
CS- ALUM MEC2	TUBO B2	230	1,5
L.CG-CS3	CANAL C	400	25
L.CG-CS3	TUBO B2	400	25
L.CS3-TUPÍ2	TUBO B2	400	1,5
L.CS3- CHAP2	TUBO B2	400	10
L.CS3-PANT2	TUBO B2	400	4
L.CG-CS4	CANAL C	400	50
L.CG-CS4	TUBO B2	400	50
L.CS4-CHAP1	TUBO B2	400	6
L.CS4-PANT1	TUBO B2	400	4
L.CS4-MONO	TUBO B2	230	2,5
L.CS4-TRIF	TUBO B2	400	6
L.CG-CS5	CANAL C	400	6
L.CG-CS5	TUBO B2	400	6
L.CS5-MONO1	TUBO B2	230	2,5
L.CS5-SECM	TUBO B2	230	4
L.CS5-T AGUA	TUBO B2	230	1,5
L.CS5-MONO2	TUBO B2	230	2,5
L.CS5-MONO3	TUBO B2	230	2,5
L.CS5-ALUMM	TUBO B2	230	1,5
L.CS5-ALUMH	TUBO B2	230	1,5
L.CS5-ALUM E	TUBO B2	230	1,5
L.CG-CS6	CANAL C	400	16
L.CG-CS6	TUBO B2	400	16
L.CS6-MONO1	TUBO B2	230	1,5
L.CS6-MONO2	TUBO B2	230	2,5
L.CS6-TRIF	TUBO B2	400	6
L.CG-CS7	CANAL C	400	6
L.CG-CS7	TUBO B2	400	6
L.CS7-MONOP	TUBO B2	230	2,5
L.CS7-MONOE	TUBO B2	230	2,5
L.CS7-ALUM E	TUBO B2	230	1,5
L.CS7-ALUM P	TUBO B2	230	1,5
L.CG-CS8	TUBO B2	400	16
L.CS8-MONO1	TUBO B2	230	2,5
L.CS8-MONO2	TUBO B2	230	2,5

L.CS8-MONO6	TUBO B2	230	2,5
L.CS8-SECM	TUBO B2	230	2,5
L.CS8-MONO4	TUBO B2	230	2,5
L.CS8-MONO5	TUBO B2	230	2,5
L.CS8-ALUM OFI	TUBO B2	230	1,5
L.CS8-ALUM SE	TUBO B2	230	1,5
L.CS8-ALUM M	TUBO B2	230	1,5
L.CS8-ALUM H	TUBO B2	230	1,5
L.CS8-ALUM R	TUBO B2	230	1,5
L.CS8-ALUM J	TUBO B2	230	1,5
L.CG-CS9	TUBO B2	400	25
L.CS9-MOTOR 2	TUBO B2	230	1,5
L.CS9-MONO	TUBO B2	230	2,5
L.CS9-EXTR.	TUBO B2	400	16
L.CS9- B.AGUA	TUBO B2	230	1,5
L.CS9-ALUM PRI	TUBO B2	230	1,5
CS9- ALUM APARC	TUBO B2	230	1,5

Tabla 7.6 – Secciones de los conductores

8. PROTECCION DE LA INSTALACIÓN

8.1 Protección frente a sobreintensidades

El dimensionado de los conductores da como resultado la sección necesaria y la corriente máxima admisible que será capaz de soportar el conductor para trabajar en condiciones de funcionamiento normal. Pero se tendrá que asegurar que esta intensidad no se va a exceder bajo ningún concepto ya que si se da el caso produciría daños en los elementos que la componen como la degradación o incluso podría provocar un incendio.

Existe dos tipos de fallo causados por sobreintensidad:

Sobrecargas	Cortocircuitos
<p>Como su nombre lo dice, es debido a la presencia excesiva de carga en el circuito.</p> <p>Esta carga demanda mayor gasto de corriente que la admisible y trae como consecuencia el recalentamiento del cable, desgastando así la vida útil del conductor. Este tipo de sobrecargas se da sin que exista ningún tipo de avería en la instalación.</p>	<p>Es una sobreintensidad producida por un defecto de aislamiento producida por una baja resistencia entre dos puntos de la instalación que en condiciones normales están perfectamente aislados.</p>

La normativa que se va a utilizar para la protección contra sobreintensidades es REBT ITC-BT-22.

8.1.1 Sobrecargas

Se produce, como se ha dicho antes, una sobrecarga cuando la corriente es mayor a la corriente admisible. En este momento la temperatura del conductor es mayor que la admisible, 90°C en nuestro caso. Al aumentar la temperatura el tiempo de calentamiento del conductor disminuye dando lugar a los fallos.

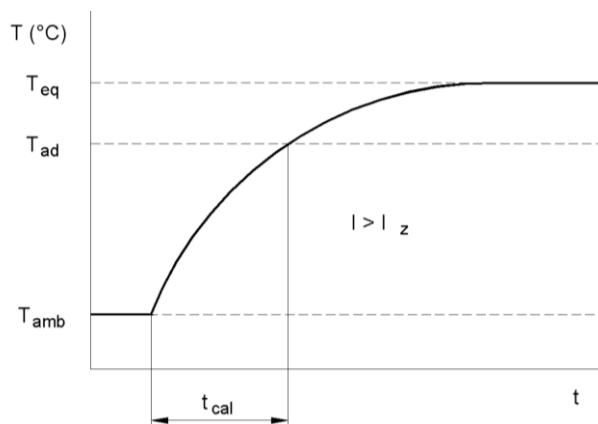


Figura 8.1 – Proceso de calentamiento de un conductor

El dispositivo de protección que se instalan serán interruptores que deberán actuar interrumpiendo la corriente del circuito antes de que se acelere la temperatura admisible.

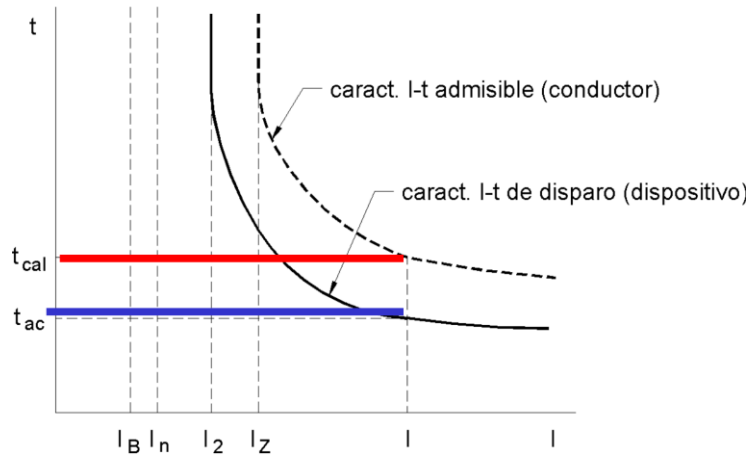


Figura 8.2 – Fundamento de la protección frente a sobrecargas

Los criterios que se van a aplicar para seleccionar la intensidad nominal de los interruptores vendrán dados según ITC-BT-22 y serán:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (8.1)$$

$$I_2 \leq 1.45 I_z \quad (8.2)$$

Siendo:

I_b – Intensidad de diseño (A)

I_n – Intensidad nominal de la protección (A)

I_2 – Intensidad convencional de desconexión (A)

I_z – Intensidad admisible (A)

8.1.2 Cortocircuitos

Los cortocircuitos son fallos de origen mecánico. Se puede dar un cortocircuito en la instalación tanto por fallos puntuales de aislamiento, por defectos en las cargas conectadas o bien por defectos de conexión de la instalación.

Cuando aparece un cortocircuito en la línea hay que tener en cuenta los siguientes factores:

- 1.- La protección debe ser capaz de cortar el cortocircuito por lo que se debe conocer la corriente máxima de cortocircuito de la línea a analizar.
- 2.- Los conductores deben ser capaces de estar sometidos a corrientes muy grandes durante un periodo de tiempo ya que la desconexión no es instantánea.

3.- Mientras dura el fallo, en los conductores se disipa una energía que se emplea en calentar el conductor.

Para proteger frente a la corriente de cortocircuito máxima que se puede dar en la línea se instala la protección en la parte inicial del conductor y corresponderá a un fallo del tipo cortocircuito tripolar.

Es un tipo de fallo poco frecuente pero el más desfavorable y el más fácil de analizar.

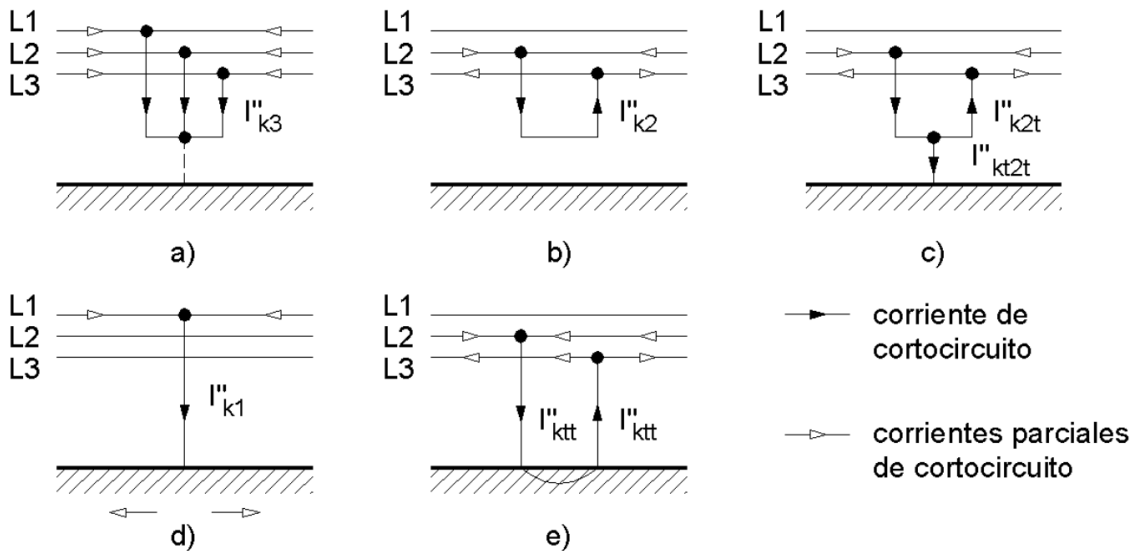


Tabla 8.1 - Tabla tipos de cortocircuitos

Siendo:

- a) Cortocircuito tripolar.
- b) Cortocircuito bipolar sin contacto a tierra.
- c) Cortocircuito bipolar con contacto a tierra.
- d) Cortocircuito unipolar a tierra.
- e) Doble defecto a tierra.

El fallo de cortocircuito tripolar se produce cuando entran en contacto las tres fases del transformador entre si mediante un camino de baja resistencia. Se va a adaptar este criterio a la hora de realizar los cálculos.

La corriente de cortocircuito máxima en un punto de la instalación se calcula de la siguiente forma:

$$I_{cc,max} = \frac{Vn}{\sqrt{3} * Z_{eq}} \quad (8.3)$$

Siendo:

V_L – Tensión de línea (V)

Z_{eq} – impedancia de defecto de cortocircuito

La impedancia de cortocircuito es calculada como:

$$Z_{eq} = \sqrt{Rt^2 + Xt^2} \quad (8.4)$$

El valor de la impedancia de defecto de cortocircuito se calcula como la impedancia equivalente de los elementos recorridos por la corriente de cortocircuito, desde el transformador hasta el punto donde se produce el cortocircuito.

la impedancia del transformador es:

$$R_{cc} = \frac{\epsilon_{rcc}(\%) * V_n^2}{100 * S_n} \quad (8.5)$$

$$X_{cc} = \frac{\epsilon_{x_{cc}}(\%) * V_n^2}{100 * S_n} \quad (8.6)$$

Siendo:

$\epsilon_{R_{cc}}(\%)$ – Caída de tensión resistiva porcentual del transformador

$\epsilon_{x_{cc}}(\%)$ – Caídas de tensión reactiva porcentual del transformador

V_n – Tensión de línea (V)

S_n – Potencia nominal del transformador (kvar)

Una vez calculada la impedancia del transformador, se van sumando las diferentes impedancias existentes desde transformador hasta el punto donde se desea conocer el cortocircuito, tal y como se ha comentado antes.

Las resistencias y reactancias para cada línea se obtienen de la ecuación (6.8) y (6.9) explicadas en el apartado 6.3 “dimensionado por caída de tensión”

La corriente de cortocircuito mínima se produce en el extremo de la línea del conductor, es decir en el punto más alejado. Se supone neutro distribuido de la misma sección de la fase. Se trata de un defecto franco fase-neutro.

Se va a suponer un valor aproximado ya que no se utiliza grandes motores o generadores próximos al cortocircuito:

$$I_{cc,min} = 0.5 \cdot I_{cc} \quad (8.7)$$

8.1.3 Dispositivos de protección

La protección frente a sobreintensidades se va a realizar mediante interruptores automáticos magnetotérmicos. Este tipo de interruptores se utilizarán para desconectar, de forma automática, la alimentación del circuito que están protegiendo cuando se dé un caso de fallo por cortocircuito o sobrecarga. Para realizar esta función, constan de dos tipos de disparo diferente:

- 1- Disparo térmico: Actúa en el caso de un fallo por sobrecarga. El tiempo que tardaría el interruptor en actuar se sitúa entre una hora y pocos segundos. Se trata de un disparo lento que se produce por la deformación de una lámina compuesta por dos metales diferentes al calentarse cuando pasa la corriente demandada por el circuito por ella. La excesiva deformación de esta lámina actúa sobre el mecanismo de disparo que desconectaría el circuito.
- 2- Disparo magnético: Actúa en el caso de un fallo por cortocircuito. Este disparo es muy rápido, en el orden de los milisegundos. El mecanismo de disparo se activa cuando, al pasar esta corriente tan elevada por una espira de conductor, produce un campo magnético intenso que impulsa, rápidamente, una pieza metálica, hacia el mecanismo de disparo, desconectando la alimentación.

En el proceso de desconexión, al separarse los contactos, se produce un arco eléctrico que impide el corte de la corriente. Para extinguir este arco eléctrico, los interruptores magnetotérmicos contarán con una cámara apagachispas en la que además de tratar de conseguir la mayor separación posible entre los contactos, se dispone un disipador de calor para enfriar este arco y poder extinguirlo más rápidamente.

Los magnetotérmicos se van a instalar al principio de cada circuito independiente y protegerán los conductores que se encuentren aguas abajo desde el punto donde se han instalado.

Los parámetros a tener en cuenta a la hora de seleccionar un magnetotérmico son los siguientes:

- Intensidad nominal (I_n): Intensidad que es capaz de soportar el interruptor de forma continua.
- Intensidad de desconexión (I_2): Intensidad por encima de la cual se produciría un disparo del interruptor.
- Poder de corte (PdC): Intensidad máxima que puede interrumpir de forma segura.
- Curva de disparo B, C o D: Curva que representa la relación intensidad circulante respecto intensidad nominal, respecto el tiempo que tarda el interruptor en interrumpir esa corriente.

Las cargas consideradas en este proyecto no presentan corrientes punta de arranque muy elevadas, ya que, pese a contar con un gran número de máquinas con motores eléctricos, estos no son de gran potencia y, además, siempre se van a arrancar en vacío. Por ello, se decide que los magnetotérmicos a instalar contarán con una curva de disparo tipo C.

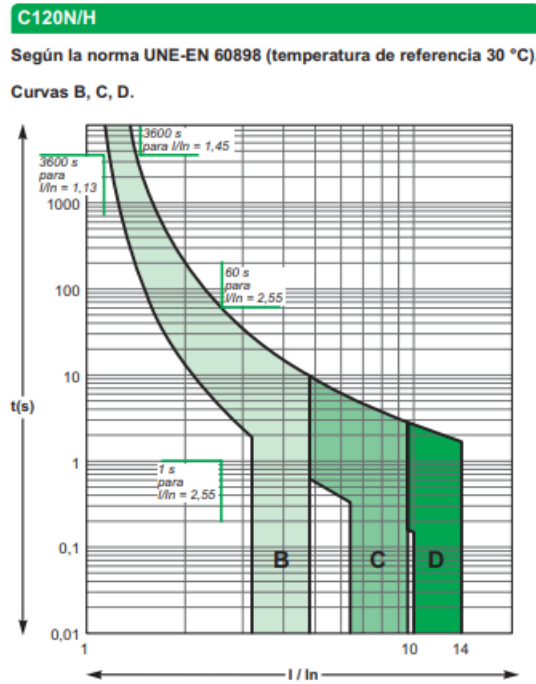


Figura 8.3 – Curvas de disparo

Las condiciones para proteger los cortocircuitos con interruptores automáticos deben ser:

- 1ra condición: el poder de corte debe ser mayor a la máxima corriente de cortocircuito de la línea del conductor. La corriente máxima de cortocircuito siempre se da al inicio de la línea. Se debe de tener en cuenta que a lo largo del cable la impedancia es despreciable por lo que solo existe la del transformador.

$$P. \text{ de Corte} > I_{cc,max}$$

- 2da condición: La corriente de cortocircuito mínima debe ser mayor a $10 \cdot I_n$.

$$I_{cc,min} \geq I_a$$

- 3ra condición: La corriente de cortocircuito máxima debe ser menor que la corriente correspondiente a (I^2t) .

$$I_{cc,max} < I_b$$

8.2 Puesta a tierra de la instalación

La puesta a tierra va a ser el mecanismo de seguridad que forma parte de la instalación eléctrica de la nave para proteger a las personas, es decir, que en caso de existir una derivación imprevista de la corriente las personas no entren en contacto con la electricidad.

La toma de tierra de las masas se va a realizar mediante un conductor de cobre desnudo de 25mm² de sección mínima. Enterrado horizontalmente en el lado trasero de la nave, en una zanja hecha durante la construcción.

La longitud del conductor será de 25m. El conductor tendrá una abrazadera para poder conectar el conductor de protección. Esta salida a la superficie estará dentro de una arqueta

8.2.1 Esquema de distribución de la instalación

En la instalación de la nave, que será de esquema tipo TT, el neutro del transformador se conecta a tierra utilizando una instalación de puesta a tierra independiente del sistema de puesta a tierra de las masas de baja tensión, figura 8.3.

Se adopta este sistema de distribución ya que es el más utilizado en plantas industriales pequeñas y medianas.

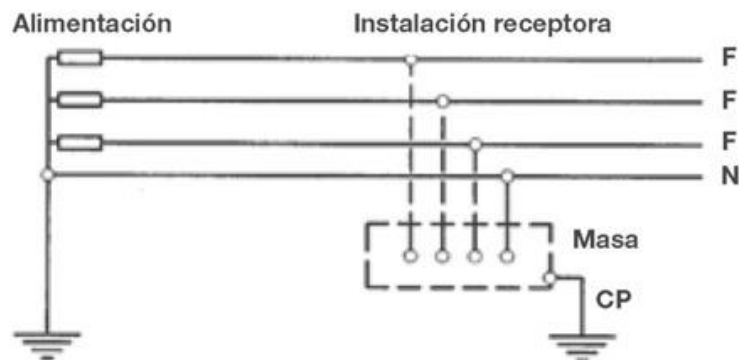


Figura 8.4 – Esquema de distribución de puesta a tierra tipo TT

Se tendrá en cuenta la utilización de conductores de protección (CP) que unen las masas con ciertos elementos de una instalación, con el fin de asegurar la protección frente a contactos indirectos.

La tabla siguiente muestra los diferentes conductores de protección que se pueden utilizar dependiendo de la sección de los conductores de fase de la instalación:

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm²)	Sección mínima de los conductores de protección S_p (mm²)
S ≤ 16	S _p = S
16 < S ≤ 35	S _p = 16
S > 35	S _p = S/2

Tabla 8.2 – Sección de los conductores de protección

De forma general se ha utilizado manguera que incorpora conductores de fase, neutro y el conductor de protección. A pesar de que ha habido líneas con secciones de fase mayores a 16mm² no es necesario poner en otra manguera el conductor de protección.

Líneas	Sección fase	Sección CP
L.CG-CS1	25,00	16,00
L.CG-CS3	25,00	16,00
L.CG-CS4	70,00	35,00
L.CG-CS8	25,00	16,00
L.CG-CS9	35,00	16,00
L.CS9-EXTR.	25,00	16,00

Tabla 8.3 – Secciones de fase mayores a 16mm²

8.3 Protección frente a contactos directos e indirectos

Con las protecciones frente a contactos directos e indirectos se garantiza la seguridad de los usuarios y se minimiza el riesgo de electrocución.

En caso de no utilizar protecciones de seguridad, la persona se vería expuesta a peligros que irían desde un agarrotamiento muscular hasta incluso la fibrilación ventricular, que supone la contracción rápida y descontrolada de las fibras musculares del corazón.

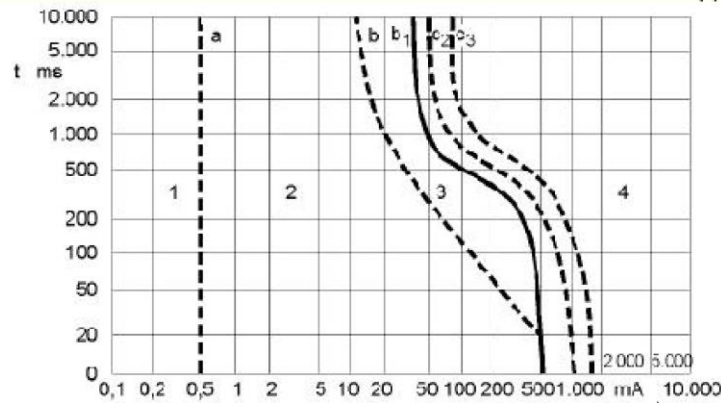


Figura 8.5 – Zonas tiempo -Corriente

- Con intensidades <0.5mA apenas se aprecia un pequeño calambre.
- Zona 2: descargas eléctricas percibidas por la persona, pero no sufre daños fisiológicos.
- Zona 3: se siente agarrotamiento.
- Zona4: peligro grave.

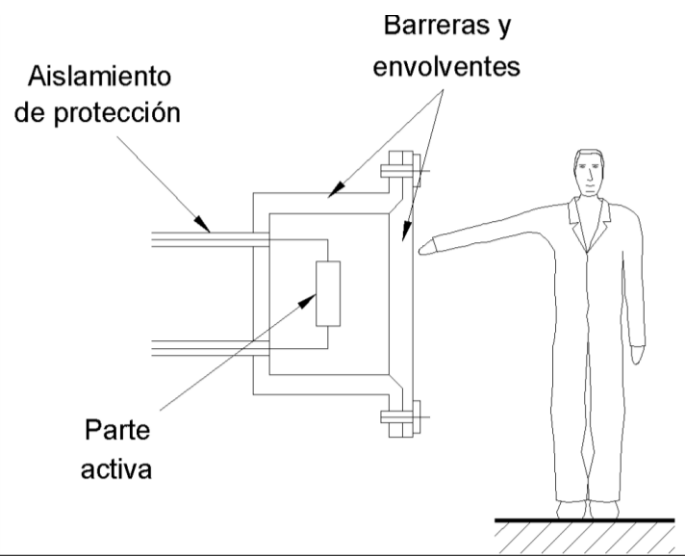
Por tanto, cabe destacar que el tiempo de actuación y la Intensidad que recorre a la persona son dos factores muy importantes a la hora de elegir las protecciones.

8.3.1 Protección frente a contactos Directos

Un contacto directo supone no haber ningún fallo previo antes de que la persona toque una parte de la instalación eléctrica activa.

Los sistemas de protección frente a contactos directos (accidentales o intencionados) se clasifican en:

- Aislamiento de las partes activas: las partes activas están recubiertas completamente por un aislamiento de protección que no pueden ser eliminadas a menos que se las destruya.
- Protección mediante barreras y envolventes: las partes activas están instaladas tras barreras o en el interior de envolventes robustas; protegidas de tal forma que solo tiene acceso a este lugar una persona específica que sepa manipular los elementos que hay dentro.



- Protección mediante empleo exclusivo de muy bajas tensiones (MBTS): Se admite como protección tanto de contactos directos como indirectos. Es suficiente esta protección sin requerir ninguna más, siempre y cuando garantice el cumplimiento siguiente:

Zonas húmedas $U_l \leq 24V$ (8.8)

Zonas secas $U_l \leq 50V$ (8.9)

8.3.2 Protección frente a contactos Indirectos

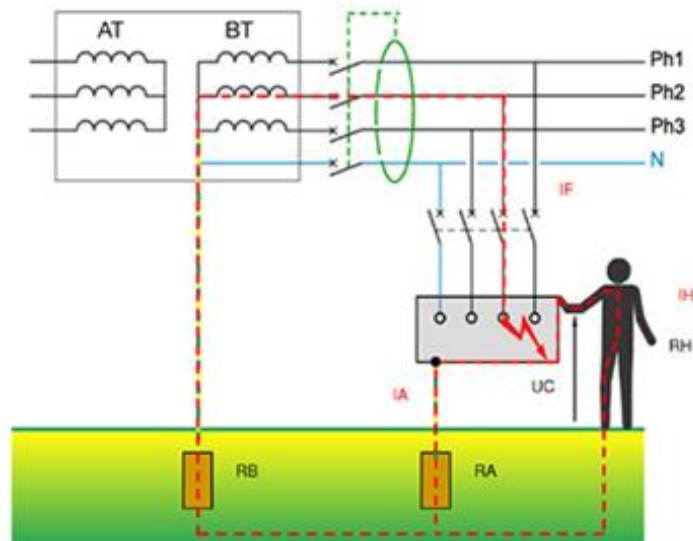


Figura 8.6 – Defecto de aislamiento.

Para que esta tensión no resulte un peligro para las personas, se pretende reducir esta tensión a una tensión de contacto que resulte segura para la vida de la persona. Además, se busca detectar estos fallos para cortar automáticamente la alimentación de la línea lo más rápido posibles ante defectos de aislamiento.

Se va a garantizar que la condición para la seguridad de una persona se cumple cuando:

$$U_l \geq I_{\Delta n} R_t$$

Siendo:

U_l – Tensión de contacto (V)

$I_{\Delta n}$ – Corriente diferencial nominal (A)

R_t – Resistencia del electrodo de toma de tierra (Ω)

En este caso el valor de U_l es 24V, ya que en la nave existen zonas húmedas como son los vestuarios. El valor de la corriente de defecto se elige teniendo en cuenta la extensión de la instalación protegida por el diferencial, de modo que sea mucho mayor que las corrientes de fugas que puedan presentarse en condiciones normales. Como es una instalación industrial, $I_{\Delta n} \geq 300mA$.

La resistencia del electrodo de tierra máxima será de 48 Ω .

Para un electrodo horizontal, la resistencia de puesta a tierra resulta ser:

$$R_t = 2 \frac{\rho}{L}$$

Donde:

R_t – Resistencia del electrodo (Ω)

ρ – Resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$)

L – Longitud del conductor (m)

Se debe conocer la resistividad del terreno, que depende de un conjunto de factores como es la humedad, la temperatura del terreno y los materiales que conforman el suelo de donde se va a construir la nave.

Según los estudios realizados sobre el terreno, se arroja como resultado que en la zona de Quartell, los materiales que afloran son cuaternarios, principalmente se tiene materiales de depósitos de pie de monte, es decir, se trata de un glacis de pie de monte antiguo, superficialmente degradado por la instalación de una incipiente red fluvial. Las condiciones ambientales que generaron este tipo de depósito corresponden a climas templados con grandes lluvias torrenciales.

El terreno, por tanto, principalmente está constituido por una matriz arcillosa o arenosa, presentando restos de aglomerado, esto conduce a que la resistividad del terreno este comprendido entre 50 y 500 Ω ·m. para nuestro terreno se va a elegir un valor de 300 Ω ·m.

Por todo lo dicho, se argumenta diciendo que es un terreno destinado al cultivo de naranjas, por lo que es desfavorable para construir sobre el. Para solventar el problema se decide realizar una excavación de alrededor de 1.7m de profundidad para rellenarlo posteriormente con piedras grandes y gruesas y finalmente con gravilla más fina. Esto sería la preparación para un terreno apto para la construcción de esta nave industrial.

Se muestra a continuación el mapa geológico de la ubicación de la instalación:

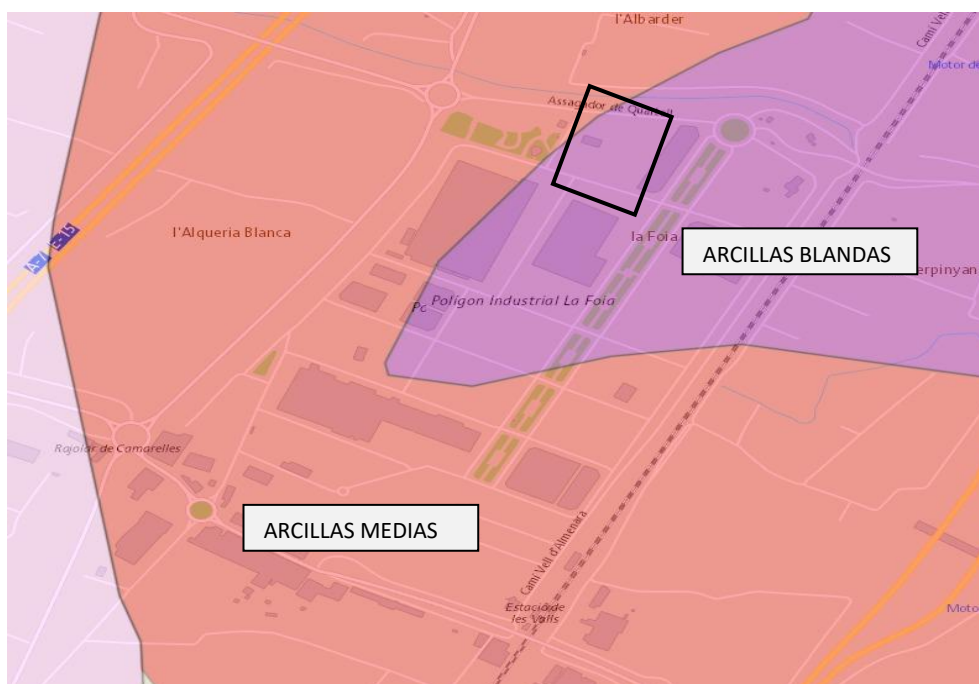


Figura 8.7 – Mapa geológico de la ubicación de la instalación

9. COMPENSACION DE ENERGIA REACTIVA

La compensación de energía reactiva esta prevista hacerla en un futuro, ya cuando la instalación se ponga en marcha y se comprueben los valores oportunos. Por este motivo en este proyecto no se entra en su explicación, sin embargo, se explica desde una perspectiva general.

Se puede decir que es una potencia que no puede ser aprovechada. Sin embargo, las cargas en la instalación eléctrica no son puramente resistivas y además de la potencia activa necesitan de la reactiva para crear campos magnéticos y eléctricos en dichos

componentes. Se representa por Q y se mide en voltamperios reactivos (var). En esta instalación la Q total asciende a 128,86 kvar.

10. CONCLUSIONES

En las primeras hojas de este proyecto se intenta dar una visión global de lo que supone el diseño de una instalación eléctrica de baja tensión de una nave dedicada a la fabricación de muebles a medida.

Para ello se indica que tipo de transformador se va a utilizar, cuáles son sus características, ya que será necesario a la hora de realizar los diferentes cálculos de este proyecto.

Se establece que tipo de elementos van a componer la instalación eléctrica y como se van a situar en la nave para que sea lo más eficiente posible.

Se elige por tanto que potencia y que modelo de luminarias se van a utilizar teniendo en cuenta que deben cumplir con la norma especificada, que tipos de interruptores y tomas de corrientes, donde irán situados los cuadros secundarios y que maquinas irán conectadas a ellos.

Se argumenta donde se posiciona el cuadro general y que líneas saldrán de él.

Por otra parte, con una visión más concreta y profunda se estudia el dimensionado de los conductores de la instalación eléctrica.

Para ello, se ha realizado el cálculo de la sección de los conductores, la corriente admisible que van a soportar, cumpliendo siempre que estén por debajo de los 90°C permitidos para este tipo de cables y finalmente la caída de tensión que debe ajustarse a una caída de tensión porcentual máxima establecida por la norma. Esta caída de tensión además se relaciona con la sección del conductor, por lo que hay que ir teniendo en cuenta que en casos concretos se deberá aumentar su valor para cumplir con el criterio de la caída de tensión.

Finalmente, también se diseñaron las protecciones que deberán actuar en caso de existir algún fallo en la instalación como pueden ser las sobrecargas o los cortocircuitos.

Se realizó así mismo la puesta a tierra de los elementos de la instalación y se aseguró la protección de las personas frente a fallos de aislamiento o contactos directos e indirectos mediante interruptores diferenciales.

En definitiva, se ha realizado un diseño completo y desde cero de toda la instalación eléctrica necesaria para cumplir con el proceso industrial y que se adecue a la ley vigente.

11. BIBLIOGRAFIA

- Apuntes de la asignatura Tecnología Eléctrica
- Tecnología Eléctrica (Jose Roger Folch, Martin Riera Guasp, Carlos Roldan. Ed. Síntesis)
- www.philips.es
- <https://automatismoindustrial.com/a-instalaciones-de-enlace/3-1-elementos-de-proteccion/3-1-el-diferencial/>
- <https://www.luzplantas.com/medir-una-sobrecarga-electrica/>
- <https://www.topcable.com/es/cables-de-baja-tension/cables-de-potencia/toxfree-zh-rz1-k-as/>
- <http://www.imergia.es/eficiencia-energetica/que-es-la-potencia-reactiva>
- <https://www.atosdin.es/productos/ventilacion-estatica/grupo-estatico/>
- www.getalamp.com
- www.generadordeprecios.info (CYPE)
- www.institutvalenciadel'edificació.com
- UNE 12464
- WWW.schneider-electric.es
- Informe geotécnico facilitado por Laboratorios Entecsa

ANEXO DE CÁLCULOS

1.CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

A pesar de que no es objetivo de este trabajo el cálculo del centro de transformación, si se va a incidir en la elección del transformador de acuerdo con las características que debe de tener para la instalación eléctrica de esta nave industrial.

Para obtener las características del transformador, es necesario calcular la potencia activa y reactiva de las diferentes cargas de la instalación.

Es necesario ambas potencias tal y como se comenta en el apartado 9 “Compensación de energía reactiva”.

CANTIDAD	MAQUINA	P (kW)	P _{total} (kW)	F. USO	cos ϕ	Q(kvar)	S _{total} (kva)
2	A/C OFICINAS Y REUNIONES	5,00	10,00	1,00	0,80	7,50	12,50
2	A/C JEFE EXPOSICION	3,00	6,00	1,00	0,80	4,50	7,50
3	IMPRESORAS	0,27	0,81	0,60	0,70	0,83	1,16
2	SECAMANOS	2,00	4,00	1,00	0,90	1,94	4,44
2	COMPRESORES	30,00	60,00	1,00	0,80	45,00	75,00
3	SIERRAS	8,00	24,00	1,00	0,80	18,00	30,00
2	TUPÍ	3,75	7,50	0,60	0,80	5,63	9,38
1	CABINA DE PINTURA	12,75	12,75	1,00	0,80	9,56	15,94
1	INSTALACION DE ASPIRACION	30,00	30,00	1,00	0,80	22,50	37,50
2	LIJADORAS	2,25	4,50	1,00	0,80	3,38	5,63
2	PANTÓGRAFOS	11,00	22,00	1,00	0,80	16,50	27,50
2	CHAPADORAS	18,00	36,00	1,00	0,80	27,00	45,00
1	TERMO DE AGUA	1,80	1,80	1,00	0,90	0,87	2,00
1	BOMBA DE AGUA	1,50	1,50	1,00	0,80	1,13	1,88
4	TALADROS MANUALES	0,50	2,00	0,60	0,70	2,04	2,86

3	LIJADORAS MANUALES	0,30	0,90	0,60	0,70	0,92	1,29
1	FLEJADORA	1,00	1,00	1,00	0,80	0,75	1,25
3	CARRETILLAS ELEVADORAS	4,60	13,80	1,00	0,80	10,35	17,25
2	MOTOR PUERTA ELEVADORA	0,65	1,30	1,00	0,70	1,33	1,86

Tabla A1 – Potencias de fuerza

2.DISEÑO DE LOS CONDUCTORES

2.1 Diseño por Criterio Térmico

Como se comenta en el apartado " Dimensionado térmico" se va a conocer la sección obtenida con esos parámetros para el conductor. Posteriormente, con el criterio de la caída de tensión se comprobará si esa sección es la óptima para el conductor. Por otra parte, con este criterio se va a obtener la corriente admisible que este es capaz de soportar el conductor sin degradarse.

Para ello se van a utilizar las tablas A.52-1 para el caso de conductores al aire y A.52-2 para el caso de conductores enterrados. Sin embargo, antes de utilizarlas se debe conocer varios parámetros.

Como ejemplo para los cálculos se elige la línea L.CG-CS1. Esta línea alimentará a 3 máquinas trifásicas (tensión 400V), una toma de corriente monofásica (230V) y a una toma de corriente trifásica(400V).

Para el diseño de la línea L.CG-CS1 primero se calcula la potencia real que requiere. Esta potencia se compone de una activa más otra potencia reactiva.

$$P(L.CG - CS1) = P(L.CS1 - S3) + P(L.CS1 - TUPI1) + P(L.CS1 - LIJ1) + P(L.CS1 - MONO) + P(L.CS1 - TRIF)$$

$$P(L.CG - CS1) = 39.85kW$$

$$Q(L.CG - CS1) = Q(L.CS1 - S3) + Q(L.CS1 - TUPI1) + Q(L.CS1 - LIJ1) + Q(L.CS1 - MONO) + Q(L.CS1 - TRIF)$$

$$Q(L.CG - CS1) = 10.50kvar$$

Con ello y tomando $\cos(\phi)$ igual a la unidad, se obtiene:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S = \sqrt{39.85^2 + 10.50^2} = 41.21kva$$

La línea es trifásica, es decir $V=400V$. Se justifica esta tensión al conectar varias máquinas trifásicas a esta línea.

Por otra parte, para el cálculo de corriente nominal de esta línea se debe tener en cuenta que hay máquinas que acoplan un motor. Por tanto, la corriente nominal de la línea L.CG-CS1, viene terminada por la suma de todas las corrientes de las cargas conectadas a ella, teniendo en cuenta que se le añade un 25% más a la carga con mayor potencia.

$$I_b = 1.25 \times I_{n,mot.max} + \sum I_n$$

Para el cálculo de la corriente nominal:

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot 400} \quad \text{Línea trifásica}$$

$$I_n = \frac{S}{230} \quad \text{Línea monofásica}$$

En este caso las máquinas que conforman la línea a dimensionar son:

- Para L.CS1-S3:

$$P = 8kW \text{ y } Q = 6 \text{ kvar}$$

$$S = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10 \text{ kva}$$

$$I_n = \frac{10000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 14.43A$$

- Para L.CS1-TUPI1:

$$P = 3.75kW \text{ y } Q = 2.82kvar$$

$$S = \sqrt{3.75^2 + 2.82^2} = 4.69kva$$

$$I_n = \frac{4690}{\sqrt{3} \cdot 400} = 6.77A$$

- Para L.CS1-LIJ1:

$$P = 2.25kW \text{ y } Q = 1.68Kvar$$

$$S = \sqrt{2.25^2 + 1.68^2} = 2.81Kva$$

$$I_n = \frac{2810}{\sqrt{3} \cdot 400} = 4.06A$$

- Para L.CS1-MONO:

$$P = 3.68kW \text{ y } Q = 0Kvar$$

$$S = \sqrt{3.68^2} = 3.68Kva$$

$$I_n = \frac{3680}{230} = 16A$$

- Para L.CS1-TRIF:

$$P = 22.17KW \text{ y } Q = 0Kvar$$

$$S = \sqrt{22.17^2} = 22.17Kva$$

$$I_n = \frac{22170}{\sqrt{3} \cdot 400} = 32A$$

Sabiendo que las maquinas acopladas con motor son la sierra (S3), la lijadora (LIJ1) y el tupí (TUPI1), se le aumenta un 25% de la corriente nominal a la sierra (S3), quedando la corriente de diseño así:

$$I_b = (1.25 \times 14.43) + 4.06 + 16 + 32 = 70A$$

Sin embargo, a pesar de haberse instalado una toma de corriente trifásica de 22.17kW, para que en caso de ampliación de la nave se pueda utilizar cualquier otra máquina de gran potencia, se decide reducir para los cálculos actuales un 30% de esta corriente, quedando:

$$I_b = 59.5A$$

Para utilizar la tabla de corriente admisible (Tabla A52-1) se debe de tener en cuenta si es necesario aplicar algún coeficiente de corrección.

Lo primero, es que se ven dos tramos diferenciados de tipo de instalación:

- Tramo bajo canal cerrada: método de instalación C, con tipo de aislamiento XLPE3.
- Tramo bajo tubo: método de instalación B2, tipo de aislamiento XLPE3.

Por la canal van a discurrir 6 líneas diferentes, entre ellas la que estamos calculando L.CG-CS1.

Por tanto, es necesario obtener un coeficiente de corrección de agrupamiento. Para el coeficiente de agrupamiento Ka se utiliza la tabla A52-3.

La línea L.CG-CS1, que se está calculando va a tener un coeficiente de agrupamiento $Ka=0.57$ para el tramo que comparte con varios circuitos que van a sus cuadros secundarios respectivos y que discurre en canal cerrada.

Tabla A.52-3 - Factores de reducción para agrupamiento de más de un circuito monofásico o trifásico o más de un cable multipolar

Ítem	Disposición de los cables en contacto	Número de circuitos o de cables multipolares												Para ser usados con las intensidades admisibles de los siguientes métodos de referencia
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20	
1	Agrupados en aire, sobre una superficie, embutidos o encerrados	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	Métodos A1, A2, B1, B2, D1 y D2
2	Una sola capa sobre pared, piso o bandeja no profunda	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70				Método C

Para el tramo en tubo B2, el coeficiente de agrupamiento va a ser $Ka=1$ porque por el interior del tubo discurre este único circuito.

Seguidamente se va a calcular un coeficiente de corrección de temperatura debido a que la temperatura ambiente a la que se puede llegar en la nave es de 35°C y no 30°C, temperatura con la que trabaja la tabla A.52-1. Se obtiene que el coeficiente $Kt = 0.96$.

El coeficiente de corrección global es:

$$K_{canal} = 0.57 \times 0.96 = 0.55$$

$$K_{tubo} = 1 \times 0.96 = 0.96$$

Y con ello la corriente de diseño corregida es:

$$\text{Tramo canal: } \frac{I_b}{K} = 108.70A$$

$$\text{Tramo tubo B2: } \frac{I_b}{K} = 61.96A$$

Se entra a la tabla A.52-1 y se busca una corriente igual o mayor a esta, teniendo en cuenta el método de instalación y el aislamiento del conductor.

Por tanto, para este caso:

Tabla A.52-1
Intensidades admisibles en amperios
Temperatura ambiente 30 °C en el aire

Método de instalación de la tabla 52-B1	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento											
		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
A1		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
A2	PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
B1				PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2			
B2			PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2					
C					PVC3		PVC2		XLPE3		XLPE2	
E						PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2	
F							PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Sección mm ²												
Cu												
1,5	13	13,5	14,5	15,5	17	18,5	19,5	22	23	24	26	-
2,5	17,5	18	19,5	21	23	25	27	30	31	33	36	-
4	23	24	26	28	31	34	36	40	42	45	49	-
6	29	31	34	36	40	43	46	51	54	58	63	-
10	39	42	46	50	54	60	63	70	75	80	86	-
16	52	56	61	68	73	80	85	94	100	107	115	-
25	68	73	80	89	95	104	110	119	127	135	149	161
35	-	-	-	110	117	126	137	147	158	169	185	200
50	-	-	-	134	141	153	167	179	192	207	225	242

$$\text{Tramo canal, C: } S = 25\text{mm}^2$$

$$\text{Tramo tubo, B2: } S = 16\text{mm}^2$$

La corriente máxima admisible que puede soportar el conductor se expresa como:

$$I_{z adm} = I_{\text{tabla}} \times K$$

Por tanto:

$$\text{Tramo canal, C: } I_{z adm} = 65.12A$$

$$\text{Tramo tubo, B2: } I_{z adm} = 76.8A$$

Cabe destacar que a pesar de que la sección del tubo sea menor para el método de instalación de tubo B2, a efectos de instalación, se realizan los dos tramos con sección de 25mm² y así se especifica en la tabla siguiente.

Para el resto de las líneas, el dimensionamiento de la instalación eléctrica se resume en la siguiente tabla:

Línea	Met. Instalación	P (kW)	Q(kvar)	S (kva)	V	Ib(A)	Ka	Kt	Kr	K	Ib/K (A)	sección (mm ²)	Iz adm (A)
L.CT-CG	D1	223,30	128,86	257,82	400	186,07	0,80	0,96	1,18	0,91	205,32	95,00	217,50
L.CT-CG	TUBO B2	223,30	128,86	257,82	400	186,07	0,80	0,96	1,18	0,91	205,32	95,00	250,12
L.CG-S2	TUBO B2	8,00	6,00	10,00	400	14,43	0,80	0,96	1,00	0,77	18,79	2,50	19,20
L.CG-LIJ2	TUBO B2	2,25	1,69	2,81	400	4,06	0,80	0,96	1,00	0,77	5,29	1,50	14,21
L.CG-C1	TUBO B2	30,00	0,00	30,00	400	43,30	1,00	0,96	1,00	0,96	45,11	10,00	57,60
LCG-C2	TUBO B2	30,00	0,00	30,00	400	43,30	1,00	0,96	1,00	0,96	45,11	10,00	57,60
L.CG-MONO C	TUBO B2	3,68	0,00	3,68	230	16,00	0,80	0,91	1,00	0,73	21,98	2,50	19,66
L.CG-ALUM C	TUBO B2	0,02	0,01	0,03	230	0,06	0,80	0,91	1,00	0,73	0,09	1,50	14,20
L.CG-CS1	CANAL C	39,85	10,50	41,21	400	59,48	0,57	0,96	1,00	0,55	108,70	25,00	65,12
L.CG-CS1	TUBO B2	39,85	10,50	41,21	400	59,48	1,00	0,96	1,00	0,96	61,96	25,00	96,96
LCS1-S3	TUBO B2	8,00	6,00	10,00	400	18,04	1,00	0,96	1,00	0,96	18,79	2,50	24,00
L.CS1-TUPI1	TUBO B2	3,75	2,82	4,69	400	8,46	0,80	0,96	1,00	0,77	11,02	1,50	14,21
L.CS1-LIJ1	TUBO B2	2,25	1,68	2,81	400	5,07	0,80	0,96	1,00	0,77	6,60	1,50	14,21
L.CS1-MONO	TUBO B2	3,68	0,00	3,68	230	16,00	0,80	0,96	1,00	0,77	20,83	2,50	20,74
L.CS1-TRIF	TUBO B2	22,17	0,00	22,17	400	32,00	0,80	0,96	1,00	0,77	41,67	6,00	33,02
L.CG-CS2	TUBO B2	12,93	8,56	15,51	400	22,38	0,80	0,96	1,00	0,77	29,14	4,00	26,11

L.CS2-S2	TUBO B2	8,00	6,00	10,00	400	18,04	1,00	0,96	1,00	0,96	18,79	2,50	24,00
L.CS2-MOTOR 1	TUBO B2	0,65	0,49	0,81	230	4,42	1,00	0,96	1,00	0,96	4,60	1,50	18,72
I.CS2-ALUMMO	TUBO B2	1,71	0,83	1,90	230	8,27	1,00	0,96	1,00	0,96	8,62	1,50	18,72
CS-ALUM MEC1	TUBO B2	1,28	0,62	1,43	230	6,20	1,00	0,96	1,00	0,96	6,46	1,50	34,56
CS-ALUM MEC2	TUBO B2	1,28	0,62	1,43	230	6,20	1,00	0,96	1,00	0,96	6,46	1,50	34,56
L.CG-CS3	CANAL C	32,75	24,57	40,94	400	59,09	0,57	0,96	1,00	0,55	107,99	25,00	65,12
L.CG-CS3	TUBO B2	32,75	24,57	40,94	400	59,09	1,00	0,96	1,00	0,96	61,56	25,00	96,96
L.CS3-TUPÍ2	TUBO B2	3,75	2,82	4,69	400	8,46	1,00	0,96	1,00	0,96	8,81	1,50	17,76
L.CS3-CHAP2	TUBO B2	18,00	13,50	22,50	400	40,59	0,80	0,96	1,00	0,77	52,86	10,00	46,08
L.CS3-PANT2	TUBO B2	11,00	8,25	13,75	400	24,81	0,80	0,96	1,00	0,77	32,30	4,00	26,11
L.CG-CS4	CANAL C	54,85	21,75	59,00	400	85,17	0,57	0,96	1,00	0,55	155,64	50,00	97,95
L.CG-CS4	TUBO B2	54,85	21,75	59,00	400	85,17	1,00	0,96	1,00	0,96	88,71	50,00	146,88
L.CS4-CHAP1	TUBO B2	18,00	13,50	22,50	400	40,59	1,00	0,96	1,00	0,96	42,29	6,00	41,28
L.CS4-PANT1	TUBO B2	11,00	8,25	13,75	400	24,81	1,00	0,96	1,00	0,96	25,84	4,00	32,64
L.CS4-MONO	TUBO B2	3,68	0,00	3,68	230	16,00	0,80	0,96	1,00	0,77	20,83	2,50	20,74
L.CS4-TRIF	TUBO B2	22,17	0,00	22,17	400	32,00	0,80	0,96	1,00	0,77	41,67	6,00	33,02
L.CG-CS5	CANAL C	17,25	2,13	17,38	400	25,08	0,57	0,96	1,00	0,55	45,84	6,00	27,91
L.CG-CS5	TUBO B2	17,25	2,13	17,38	400	25,08	1,00	0,96	1,00	0,96	26,13	6,00	44,16
L.CS5-MONO1	TUBO B2	3,68	0,00	3,68	230	16,00	0,80	0,91	1,00	0,73	21,98	2,50	19,66
L.CS5-SECM	TUBO B2	4,00	1,94	4,44	230	19,32	0,80	0,91	1,00	0,73	26,54	2,50	19,66
L.CS5-TAGUA	TUBO B2	1,80	0,00	1,80	230	7,83	0,70	0,96	1,00	0,67	11,65	1,50	13,10

L.CS5-MONO2	TUBO B2	3,68	0,00	3,68	230	16,00	0,80	0,96	1,00	0,77	20,83	2,50	20,74
L.CS5-MONO3	TUBO B2	3,68	0,00	3,68	230	16,00	0,80	0,91	1,00	0,73	21,98	2,50	19,66
L.CS5-ALUMM	TUBO B2	0,05	0,02	0,05	230	0,22	0,70	0,91	1,00	0,64	0,35	1,50	12,42
L.CS5-ALUMH	TUBO B2	0,08	0,04	0,09	230	0,39	0,70	0,91	1,00	0,64	0,62	1,50	12,42
L.CS5-ALUM E	TUBO B2	0,28	0,14	0,31	230	1,35	1,00	0,91	1,00	0,91	1,49	1,50	17,75
L.CG-CS6	CANAL C	29,53	0,00	29,53	400	42,62	0,57	0,96	1,00	0,55	77,89	16,00	51,44
L.CG-CS6	TUBO B2	29,53	0,00	29,53	400	42,62	1,00	0,96	1,00	0,96	44,40	16,00	76,80
L.CS6-MONO1	TUBO B2	3,68	0,00	3,68	230	16,00	1,00	0,96	1,00	0,96	16,67	1,50	18,72
L.CS6-MONO2	TUBO B2	3,68	0,00	3,68	230	16,00	0,80	0,96	1,00	0,77	20,83	2,50	20,74
L.CS6-TRIF	TUBO B2	22,17	0,00	22,17	400	32,00	0,80	0,96	1,00	0,77	41,67	6,00	33,02
L.CG-CS7	CANAL C	8,85	0,72	8,87	400	22,19	0,57	0,96	1,00	0,55	40,54	6,00	27,91
L.CG-CS7	TUBO B2	8,85	0,72	8,87	400	22,19	1,00	0,96	1,00	0,96	23,11	6,00	41,28
L.CS7-MONOP	TUBO B2	3,68	0,00	3,68	230	16,00	0,80	0,91	1,00	0,73	21,98	2,50	19,66
L.CS7-MONOE	TUBO B2	3,68	0,00	3,68	230	16,00	0,80	0,91	1,00	0,73	21,98	2,50	19,66
L.CS7-ALUM E	TUBO B2	0,30	0,14	0,33	230	1,43	0,80	0,91	1,00	0,73	1,97	1,50	14,20
L.CS7-ALUM P	TUBO B2	1,19	0,58	1,32	230	5,74	0,80	0,91	1,00	0,73	7,88	1,50	14,20
L.CG-CS8	TUBO B2	23,52	3,54	23,78	400	59,46	0,80	0,96	1,00	0,77	77,42	16,00	61,44
L.CS8-MONO1	TUBO B2	3,68	0,00	3,68	230	16,00	0,80	0,91	1,00	0,73	21,98	2,50	19,66
L.CS8-MONO2	TUBO B2	3,68	0,00	3,68	230	16,00	0,80	0,91	1,00	0,73	21,98	2,50	19,66
L.CS8-MONO6	TUBO B2	3,68	0,00	3,68	230	16,00	0,80	0,91	1,00	0,73	21,98	2,50	19,66
L.CS8-SECM	TUBO B2	4,00	3,00	5,00	230	15,69	0,80	0,91	1,00	0,73	21,55	2,50	26,21
L.CS8-MONO4	TUBO B2	3,68	0,00	3,68	230	16,00	0,80	0,91	1,00	0,73	21,98	2,50	19,66
L.CS8-MONO5	TUBO B2	3,68	0,00	3,68	230	16,00	0,80	0,91	1,00	0,73	21,98	2,50	19,66

L.CS8-ALUM OFI	TUBO B2	0,40	0,19	0,44	230	1,91	1,00	0,91	1,00	0,91	2,10	1,50	17,75
L.CS8-ALUM SE	TUBO B2	0,20	0,10	0,22	230	0,96	1,00	0,91	1,00	0,91	1,05	1,50	17,75
L.CS8-ALUM M	TUBO B2	0,03	0,02	0,04	230	0,17	0,80	0,91	1,00	0,73	0,23	1,50	14,20
L.CS8-ALUM H	TUBO B2	0,03	0,02	0,04	230	0,17	0,80	0,91	1,00	0,73	0,23	1,50	14,20
L.CS8-ALUM R	TUBO B2	0,32	0,16	0,36	230	1,57	0,80	0,91	1,00	0,73	2,15	1,50	14,20
L.CS8-ALUM J	TUBO B2	0,13	0,06	0,15	230	0,64	0,80	0,91	1,00	0,73	0,88	1,50	14,20
L.CG-CS9	TUBO B2	36,80	2,08	36,85	400	92,14	1,00	0,96	1,00	0,96	95,98	25,00	96,96
L.CS9-MOTOR 2	TUBO B2	0,65	0,49	0,81	230	3,53	1,00	0,96	1,00	0,96	3,68	1,50	18,72
L.CS9-MONO	TUBO B2	3,68	0,00	3,68	230	16,00	0,80	0,91	1,00	0,73	21,98	2,50	19,66
L.CS9-EXTR.	TUBO B2	30,00	0,00	30,00	400	75,00	1,00	0,96	1,00	0,96	78,13	16,00	76,80
L.CS9-B.AGUA	TUBO B2	1,50	1,13	1,88	230	8,15	1,00	0,96	1,00	0,96	8,49	1,50	18,72
L.CS9-ALUM PRI	TUBO B2	0,25	0,12	0,27	230	1,19	0,80	0,91	1,00	0,73	1,63	1,50	14,20
CS9-ALUM APARC	TUBO B2	0,72	0,35	0,80	230	3,48	1,00	0,96	1,00	0,96	3,62	1,50	18,72

Tabla A2 – Cálculo de la sección por criterio térmico.

El dimensionamiento por criterio térmico finaliza aquí, ahora se va a comprobar que la sección mínima elegida para cada uno de los conductores cumple con el dimensionamiento por caída de tensión.

2.2 Diseño por Caída de Tensión

Como se comenta en el apartado 6.3 “dimensionado por caída de tensión” en esta parte se calcula la caída de tensión que tiene cada una de las líneas que componen la instalación, es decir la diferencia de potencial que existe entre dos puntos.

En este apartado se continua con el ejemplo de la línea L.CG-CS1. Por tanto, la caída de tensión en la línea es:

$$\text{Línea trifásica} \quad \Delta U(\%) = 100 \cdot \frac{1}{Vn^2} \cdot (R \cdot P + X \cdot Q)$$

Pero es necesario conocer los siguientes parámetros de la ecuación anterior, por tanto:

$$V = 400V$$

Tramo canal, C:

$$L = 35m$$

$$\rho = \frac{0.017 \cdot (234.5 + 80.89)}{254.5} = 0.0211 \left(\Omega \cdot \frac{mm^2}{m} \right)$$

$$R = 0.03 \Omega$$

$$X = 0.0028\Omega$$

$$\Delta U(\%) = 0.224$$

Tramo tubo, B2:

$$L = 2.5m$$

$$\rho = \frac{0.017 \cdot (234.5 + 67.99)}{254.5} = 0.0202 \left(\Omega \cdot \frac{mm^2}{m} \right)$$

$$R = 0.00316 \Omega$$

$$X = 0.0002\Omega$$

$$\Delta U(\%) = 0.079$$

$$\Delta U_{total} (\%) = 0.076 + 0.45 + 0.753 + 0.079 = 1.36 < 6.5\%$$

Se comprueba que la caída de tensión total es menor que la admisible permitida. Por tanto, se toman como correctos los valores de la sección elegidas en el apartado de dimensionado por criterio térmico.

En la tabla siguiente se muestra el resultado de todas las líneas de la instalación eléctrica:

LINEA	Met. Instalación	V	sección (mm ²)	ltabla (A)	Iz adm (A)	L(m)	T (°C)	ρ (Ω -mm ² /m)	P (KW)	R(Ω)	X=x (Ω /m)*m	ΔU (%)	ΔU_{total} (%)
L.CT-CG	D1	400	95,00	240,00	217,50	10,00	72,57	0,0205	223,30	0,002	8,00E-04	0,30	0,08
L.CT-CG	TUBO B2	400	95,00	276,00	250,12	29,00	60,97	0,0197	223,30	0,006	2,32E-03	0,84	0,45
L.CG-S2	TUBO B2	400	2,50	25,00	19,20	5,50	68,26	0,0202	8,00	0,044	4,40E-04	0,22	0,75
L.CG-LIJ2	TUBO B2	400	1,50	18,50	14,21	12,00	44,08	0,0186	2,25	0,149	9,60E-04	0,21	0,74
L.CG-C1	TUBO B2	400	10,00	60,00	57,60	4,80	68,26	0,0202	30,00	0,010	3,84E-04	0,18	0,71
L.CG-C2	TUBO B2	400	10,00	60,00	57,60	6,80	68,26	0,0202	30,00	0,014	5,44E-04	0,26	0,78
L.CG-MONO C	TUBO B2	230	2,50	27,00	19,66	5,50	73,13	0,0205	3,68	0,045	4,40E-04	0,63	1,16
L.CG-ALUM C	TUBO B2	230	1,50	19,50	14,20	11,50	40,00	0,0183	0,02	0,141	9,20E-04	0,01	0,54
L.CG-CS1	CANAL C	400	25,00	119,00	65,12	35,00	80,89	0,0211	39,85	0,029	2,80E-03	0,75	1,28
L.CG-CS1	TUBO B2	400	25,00	101,00	96,96	2,50	55,70	0,0194	39,85	0,002	2,00E-04	0,05	0,58
LCS1-S3	TUBO B2	400	2,50	25,00	24,00	6,00	66,08	0,0201	8,00	0,048	4,80E-04	0,24	2,63
L.CS1-TUPI1	TUBO B2	400	1,50	18,50	14,21	13,00	54,51	0,0193	3,75	0,167	1,04E-03	0,39	2,78
L.CS1-LIJ1	TUBO B2	400	1,50	18,50	14,21	20,05	42,00	0,0185	2,25	0,247	1,60E-03	0,35	2,73
L.CS1-MONO	TUBO B2	230	2,50	27,00	20,74	1,00	67,75	0,0202	3,68	0,008	8,00E-05	0,11	2,50
L.CS1-TRIF	TUBO B2	400	6,00	43,00	33,02	1,00	86,64	0,0215	22,17	0,004	8,00E-05	0,05	2,43
L.CG-CS2	TUBO B2	400	4,00	34,00	26,11	29,00	75,41	0,0207	12,93	0,150	2,32E-03	1,23	1,75
L.CS2-S2	TUBO B2	400	2,50	25,00	24,00	3,50	66,08	0,0201	8,00	0,028	2,80E-04	0,14	2,42
L.CS2-MOTOR 1	TUBO B2	230	1,50	19,50	18,72	22,50	38,06	0,0182	0,65	0,273	1,80E-03	0,67	2,95
L.CS2-ALUMMO	TUBO B2	230	4,00	36,00	34,56	63,51	38,15	0,0182	1,71	0,289	5,08E-03	1,89	4,17
CS-ALUM MEC1	TUBO B2	230	4,00	36,00	34,56	63,20	36,77	0,0181	1,28	0,286	5,06E-03	1,40	3,68

CS-ALUM MEC2	TUBO B2	230	<u>4,00</u>	36,00	34,56	57,34	36,77	0,0181	1,28	0,260	4,59E-03	1,27	3,55
L.CG-CS3	CANA LC	400	25,00	119,00	65,12	53,50	80,29	0,0210	32,75	0,045	4,28E-03	0,99	1,51
L.CG-CS3	TUBO B2	400	25,00	101,00	96,96	2,50	55,43	0,0194	32,75	0,002	2,00E-04	0,04	0,57
L.CS3-TUPÍ2	TUBO B2	400	1,50	18,50	17,76	1,00	47,49	0,0188	3,75	0,013	8,00E-05	0,03	2,64
L.CS3-CHAP2	TUBO B2	400	10,00	60,00	46,08	7,00	77,69	0,0209	18,00	0,015	5,60E-04	0,17	2,78
L.CS3-PANT2	TUBO B2	400	4,00	34,00	26,11	7,00	84,64	0,0213	11,00	0,037	5,60E-04	0,26	2,87
L.CG-CS4	CANA LC	400	50,00	179,00	97,95	49,00	76,58	0,0208	54,85	0,020	3,92E-03	0,75	1,28
L.CG-CS4	TUBO B2	400	50,00	153,00	146,88	2,50	53,49	0,0192	54,85	0,001	2,00E-04	0,04	0,56
L.CS4-CHAP1	TUBO B2	400	6,00	43,00	41,28	1,00	88,19	0,0216	18,00	0,004	8,00E-05	0,04	2,41
L.CS4-PANT1	TUBO B2	400	4,00	34,00	32,64	10,50	66,77	0,0201	11,00	0,053	8,40E-04	0,37	2,74
L.CS4-MONO	TUBO B2	230	2,50	27,00	20,74	1,00	67,75	0,0202	3,68	0,008	8,00E-05	0,11	2,48
L.CS4-TRIF	TUBO B2	400	6,00	43,00	33,02	1,00	86,64	0,0215	22,17	0,004	8,00E-05	0,05	2,42
L.CG-CS5	CANA LC	400	<u>10,00</u>	70,00	38,30	97,80	58,59	0,0196	17,25	0,191	7,82E-03	2,07	2,60
L.CG-CS5	TUBO B2	400	<u>10,00</u>	60,00	57,60	3,50	45,43	0,0187	17,25	0,007	2,80E-04	0,07	0,60
L.CS5-MONO1	TUBO B2	230	<u>4,00</u>	36,00	26,21	14,00	58,64	0,0196	3,68	0,069	1,12E-03	0,95	4,68
L.CS5-SECM	TUBO B2	230	<u>4,00</u>	36,00	26,21	12,50	67,18	0,0202	4,00	0,063	1,00E-03	0,96	4,69
L.CS5-TAGUA	TUBO B2	230	1,50	19,50	13,10	11,00	54,62	0,0193	1,80	0,142	8,80E-04	0,96	4,69
L.CS5-MONO2	TUBO B2	230	2.5	27,00	20,74	10,75	67,75	0,0202	3,68	0,087	0,00086	1,20	1,208
L.CS5-MONO3	TUBO B2	230	<u>4,00</u>	36,00	26,21	14,75	58,64	0,0196	3,68	0,072	1,18E-03	1,00	4,73
L.CS5-ALUMM	TUBO B2	230	1,50	19,50	12,42	18,5	40,02	0,0183	0,05	0,226	1,48E-03	0,04	3,77
L.CS5-ALUMH	TUBO B2	230	1,50	19,50	12,42	20,5	40,05	0,0183	0,08	0,251	1,64E-03	0,08	3,80
L.CS5-ALUM E	TUBO B2	230	1,50	19,50	17,75	35,5	40,29	0,0184	0,28	0,434	2,84E-03	0,46	4,19

L.CG-CS6	CANA LC	400	16,00	94,00	51,44	70,30	72,77	0,0205	29,53	0,090	5,62E-03	1,66	2,19
L.CG-CS6	TUBO B2	400	16,00	80,00	76,80	2,50	51,94	0,0191	29,53	0,003	2,00E-04	0,06	0,58
L.CS6-MONO1	TUBO B2	230	1,50	19,50	18,72	1,50	75,18	0,0207	3,68	0,021	1,20E-04	0,29	0,81
L.CS6-MONO2	TUBO B2	230	2,50	27,00	20,74	13,50	67,75	0,0202	3,68	0,109	1,08E-03	1,52	2,04
L.CS6-TRIF	TUBO B2	400	6,00	43,00	33,02	1,00	86,64	2,145E-02	22,17	0,004	8,00E-05	0,05	3,35
L.CG-CS7	CANA LC	400	6,00	51,00	27,91	95,30	69,76	0,0203	8,85	0,323	7,62E-03	1,79	2,32
L.CG-CS7	TUBO B2	400	6,00	43,00	41,28	30,00	50,89	0,0191	8,85	0,095	2,40E-03	0,53	1,06
L.CS7-MONOP	TUBO B2	230	<u>4,00</u>	36,00	26,21	24,30	58,64	0,0196	3,68	0,119	1,94E-03	1,66	5,55
L.CS7-MONOE	TUBO B2	230	<u>2,50</u>	27,00	19,66	12,00	73,13	0,0205	3,68	0,099	9,60E-04	1,37	5,27
L.CS7-ALUM E	TUBO B2	230	<u>2,50</u>	27,00	19,66	43,70	40,27	0,0184	0,30	0,321	0,0034	0,36	0,360
L.CS7-ALUM P	TUBO B2	230	<u>4,00</u>	36,00	26,21	28,50	42,40	0,0185	1,19	0,132	2,28E-03	0,60	4,49
L.CG-CS8	TUBO B2	400	<u>25,00</u>	101,00	77,57	36,75	67,32	0,0202	23,52	0,030	2,94E-03	0,44	0,97
L.CS8-MONO1	TUBO B2	230	2,50	27,00	19,66	13,00	68,13	0,0202	3,68	0,105	1,04E-03	1,46	2,96
L.CS8-MONO2	TUBO B2	230	2,50	27,00	19,66	14,00	68,13	0,0202	3,68	0,113	1,12E-03	1,58	3,07
L.CS8-MONO6	TUBO B2	230	2,50	27,00	19,66	14,00	68,13	0,0202	3,68	0,113	1,12E-03	1,58	3,07
L.CS8-SECM	TUBO B2	230	2,50	36,00	26,21	15,50	52,92	0,0192	4,00	0,119	1,24E-03	1,81	3,31
L.CS8-MONO4	TUBO B2	230	2,50	27,00	19,66	11,95	68,13	0,0202	3,68	0,097	9,56E-04	1,34	2,84
L.CS8-MONO5	TUBO B2	230	2,50	27,00	19,66	17,00	68,13	0,0202	3,68	0,137	1,36E-03	1,91	3,41
L.CS8-ALUM OFI	TUBO B2	230	1,50	19,50	17,75	18,00	35,58	0,0180	0,40	0,216	1,44E-03	0,33	1,82
L.CS8-ALUM SE	TUBO B2	230	1,50	19,50	17,75	18,00	35,15	0,0180	0,20	0,216	1,44E-03	0,16	1,66
L.CS8-ALUM M	TUBO B2	230	1,50	19,50	14,20	16,50	35,01	0,0180	0,03	0,198	1,32E-03	0,03	1,52
L.CS8-ALUM H	TUBO B2	230	1,50	19,50	14,20	18,50	35,01	0,0180	0,03	0,222	1,48E-03	0,03	1,53

L.CS8-ALUM R	TUBO B2	230	1,50	19,50	14,20	32,75	35,61	0,0180	0,32	0,394	2,62E-03	0,48	1,98
L.CS8-ALUM J	TUBO B2	230	1,50	19,50	14,20	15,50	35,10	0,0180	0,13	0,186	1,24E-03	0,09	1,59
L.CG-CS9	TUBO B2	400	25,00	101,00	96,96	35,00	80,15	0,0210	36,80	0,029	2,80E-03	0,68	1,21
L.CS9-MOTOR 2	TUBO B2	230	1,50	19,50	18,72	2,00	36,78	0,0181	0,65	0,024	1,60E-04	0,06	0,59
L.CS9-MONO	TUBO B2	230	2,50	27,00	19,66	13,00	68,13	0,0202	3,68	0,105	1,04E-03	1,46	1,99
L.CS9-EXTR.	TUBO B2	400	16,00	80,00	76,80	1,50	82,68	0,0212	30,00	0,002	1,20E-04	0,04	0,56
L.CS9-B.AGUA	TUBO B2	230	1,50	19,50	18,72	2,00	44,48	0,0186	1,50	0,025	1,60E-04	0,04	0,57
L.CS9-ALUM PRI	TUBO B2	230	1,50	19,50	14,20	42,50	35,35	0,0180	0,25	0,511	3,40E-03	0,48	1,00
CS9-ALUM APARC	TUBO B2	230	1,50	19,50	18,72	42,00	36,73	0,0181	0,72	0,507	3,36E-03	1,39	1,91

Tabla A3 – Secciones por caída de tensión

Los valores resaltados en negrita y subrayados han tenido que aumentar su sección para cumplir con el criterio de la caída de tensión.

3.PROTECCION FRENTE A SOBREINTENSIDADES

3.1 Protección frente a Sobrecargas

Como se comentó en el apartado 8.1.3, para la protección frente a sobrecargas se debe cumplir dos condiciones: (8.1) y (8.2). Sin embargo, la segunda condición no se requiere cuando se trata de interruptores automáticos, como es este caso.

$$22.38A \leq I_n \leq 26.11A$$

Bastará encontrar una protección con una corriente nominal comprendida entre esos dos valores. El interruptor elegido es de 25A. Concretamente se elige el interruptor automático Schneider A9F79425 /4P/curva C.

3.2 Protección frente a cortocircuitos

La instalación eléctrica de la nave debe estar protegida ante cualquier fallo que pueda causar un fatal accidente.

En el caso de que el fallo que se produzca en un punto donde se unen las tres fases mediante una impedancia despreciable se conoce como cortocircuito tripolar y es el que se justifica a continuación, teniendo un esquema TT.

Se calcula la corriente de cortocircuito de la línea L.CG.CS1 de la siguiente manera:

Primer paso: Impedancia de cortocircuito del transformador, ecuación (8.4) del apartado 8.1.2

$$R_{cc} = \frac{(1 * 400^2)}{(100 * 400)} = 4m\Omega$$

$$X_{cc} = \frac{(4 * 400^2)}{(100 * 400)} = 16m\Omega$$

Segundo paso: Impedancia de la línea desde el transformador hasta el cuadro secundario 1

La resistencia y la reactancia se obtiene de los cálculos realizados para el criterio de la caída de tensión y son los siguientes:

Líneas	RESISTENCIAS	REACTANCIAS
Desde el Transformador hasta el Cuadro General(se incluye en estos valores la R_{cc} y X_{cc}).	$R_{L.CT-CG} = 7.5m\Omega$	$X_{L.CT-CG} = 17.56m\Omega$
Desde el Cuadro General hasta el Cuadro secundario1	$R_{L.CG-CS1} = 31m\Omega$	$X_{L.CT-CG} = 3m\Omega$

Se suman para tener una resistencia y reactancia total:

$$R_{total} = 38.5 m\Omega$$

$$X_{total} = 20.56m\Omega$$

$$Z = \sqrt{38.5^2 + 20.56^2} = 43.64m\Omega$$

Tercer paso: cálculo de la corriente máxima de cortocircuito en el cuadro secundario 1. Como se comentó en la memoria, la corriente de cortocircuito máxima se produce en el origen de la línea:

$$I_{cc,max} = \frac{400}{\sqrt{3} * 43.64} = 5.27kA$$

$$P. de Corte: 5.27kA < 6kA$$

Con esto se deduce además que el Poder de Corte será de 6kA y por tanto que se busque un interruptor automático con dicho valor de 6kA.

La corriente de cortocircuito mínima se produce en el extremo de la línea del conductor. Su valor es:

$$I(cc, min) = 0.5 \cdot 5.27 = 2.64kA$$

En la tabla siguiente se muestra las secciones y magnetotérmicos utilizados para la protección contra cortocircuitos:

Línea	Met. Instalación	Ib(A)	s(mm²)	Iz adm(A)	In protección(A)	PdC	Nº Polos	Curva
L.CT-CG	D1	186,07	120,00	217,50	400	10	4	C
L.CT-CG	TUBO B2	186,07	120,00	250,12	400	10	4	C
								C
L.CG-S2	TUBO B2	14,43	2,50	19,20	16	6	4	C
L.CG-LIJ2	TUBO B2	4,06	1,50	14,21	16	6	4	C
L.CG-C1	TUBO B2	43,30	10,00	57,60	50	6	4	C
L.CG-C2	TUBO B2	43,30	10,00	57,60	50	6	4	C
L.CG-MONO C	TUBO B2	16,00	2,50	19,66	16	6	2	C
L.CG-ALUM C	TUBO B2	0,06	1,50	14,20	10	6	2	C
L.CG-CS1	CANAL C	59,48	25,00	65,12	63	6	4	C
L.CG-CS1	TUBO B2	59,48	25,00	96,96	63	6	4	C
LCS1-S3	TUBO B2	18,04	2,50	24,00	20	6	4	C
L.CS1-TUPI1	TUBO B2	8,46	1,50	14,21	10	6	4	C
L.CS1-LIJ1	TUBO B2	5,07	1,50	14,21	10	6	4	C
L.CS1-MONO	TUBO B2	16,00	2,50	20,74	16	6	2	C

L.CS1-TRIF	TUBO B2	32,00	6,00	35,33	32	6	4	C
L.CG-CS2	TUBO B2	22,38	4,00	26,11	25	6	4	C
L.CS2-S2	TUBO B2	18,04	2,50	24,00	20	6	4	C
L.CS2-MOTOR 1	TUBO B2	4,42	1,50	18,72	16	6	2	C
I.CS2-ALUMMO	TUBO B2	8,27	2,50	18,72	10	6	2	C
CS- ALUM MEC1	TUBO B2	6,20	4,00	34,56	10	6	2	C
CS- ALUM MEC2	TUBO B2	6,20	4,00	34,56	10	6	2	C
L.CG-CS3	CANAL C	59,09	25,00	65,12	63	6	4	C
L.CG-CS3	TUBO B2	59,09	25,00	96,96	63	6	4	C
L.CS3-TUPÍ2	TUBO B2	8,46	1,50	17,76	16	6	4	C
L.CS3- CHAP2	TUBO B2	40,59	16,00	61,44	50	6	4	C
L.CS3-PANT2	TUBO B2	24,81	4,00	26,11	25	6	4	C
								C
L.CG-CS4	CANAL C	85,17	70,00	125,31	100	10	4	C
L.CG-CS4	TUBO B2	85,17	70,00	188,16	100	10	4	C
L.CS4-CHAP1	TUBO B2	40,59	10,00	57,60	50	6	4	C
L.CS4-PANT1	TUBO B2	24,81	4,00	29,76	25	6	4	C
L.CS4-MONO	TUBO B2	16,00	2,50	20,74	16	6	2	C
L.CS4-TRIF	TUBO B2	32,00	6,00	33,02	32	6	4	C
L.CG-CS5	CANAL C	25,08	10,00	38,30	32	6	4	C
L.CG-CS5	TUBO B2	25,08	10,00	57,60	32	6	4	C
L.CS5-MONO1	TUBO B2	16,00	4,00	26,21	16	6	2	C
L.CS5-SECM	TUBO B2	19,32	4,00	26,21	25	6	2	C
L.CS5-T AGUA	TUBO B2	7,83	1,50	13,10	10	6	2	C
L.CS5-MONO2	TUBO B2	16,00	2,50	20,74	16	6	2	C
L.CS5-MONO3	TUBO B2	16,00	4,00	26,21	16	6	2	C
L.CS5-ALUMM	TUBO B2	0,22	1,50	12,42	10	6	2	C
L.CS5-ALUMH	TUBO B2	0,39	1,50	12,42	10	6	2	C
L.CS5-ALUM E	TUBO B2	1,35	1,50	17,75	10	6	2	C

L.CG-CS6	CANAL C	42,62	16,00	51,44	50	6	4	C
L.CG-CS6	TUBO B2	42,62	16,00	76,80	50	6	4	C
L.CS6-MONO1	TUBO B2	16,00	1,50	18,72	16	6	2	C
L.CS6-MONO2	TUBO B2	16,00	2,50	20,74	16	6	2	C
L.CS6-TRIF	TUBO B2	32,00	6,00	33,02	32	6	4	C
L.CG-CS7	CANAL C	22,19	6,00	27,91	25	6	4	C
L.CG-CS7	TUBO B2	22,19	6,00	41,28	25	6	4	C
L.CS7-MONOP	TUBO B2	16,00	4,00	26,21	16	6	2	C
L.CS7-MONOE	TUBO B2	16,00	2,50	19,66	16	6	2	C
L.CS7-ALUM E	TUBO B2	1,43	2,50	19,66	10	6	2	C
L.CS7-ALUM P	TUBO B2	5,74	4,00	26,21	10	6	2	C
L.CG-CS8	TUBO B2	59,46	25,00	77,57	63	6	4	C
L.CS8-MONO1	TUBO B2	16,00	2,50	19,66	16	6	2	C
L.CS8-MONO2	TUBO B2	16,00	2,50	19,66	16	6	2	C
L.CS8-MONO6	TUBO B2	16,00	2,50	19,66	16	6	2	C
L.CS8-SECM	TUBO B2	15,69	2,50	26,21	16	6	2	C
L.CS8-MONO4	TUBO B2	16,00	2,50	19,66	16	6	2	C
L.CS8-MONO5	TUBO B2	16,00	2,50	19,66	16	6	2	C
L.CS8-ALUM OFI	TUBO B2	1,91	1,50	17,75	10	6	2	C
L.CS8-ALUM SE	TUBO B2	0,96	1,50	17,75	10	6	2	C
L.CS8-ALUM M	TUBO B2	0,17	1,50	14,20	10	6	2	C
L.CS8-ALUM H	TUBO B2	0,17	1,50	14,20	10	6	2	C
L.CS8-ALUM R	TUBO B2	1,57	1,50	14,20	10	6	2	C
L.CS8-ALUM J	TUBO B2	0,64	1,50	14,20	10	6	2	C
L.CG-CS9	TUBO B2	92,14	35,00	120,96	100	10	4	C
L.CS9-MOTOR 2	TUBO B2	3,53	1,50	18,72	16	6	2	C

L.CS9-MONO	TUBO B2	16,00	2,50	19,66	16	6	2	C
L.CS9-EXTR.	TUBO B2	75,00	25,00	96,96	80	10	4	C
L.CS9-B.AGUA	TUBO B2	8,15	1,50	18,72	16	6	2	C
L.CS9-ALUM PRI	TUBO B2	1,19	1,50	14,20	10	6	2	C
CS9- ALUM APARC	TUBO B2	3,48	1,50	18,72	10	6	2	C

Tabla A4 – Secciones e Interruptores magnetotérmicos para protección contra cortocircuitos

Las secciones subrayadas y en negrita han tenido que cambiar su sección para cumplir con el criterio de este apartado.

4. CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS DE BAJA TENSIÓN

Tal y como se comenta en el apartado 8.3.2 se necesita una tensión límite de 24V, para ello se requiere una resistencia de puesta a tierra y una longitud del conductor.

Estos dos parámetros son calculados según la ecuación (6.8) y (6.11) respectivamente:

$$24 = 0.5 \cdot R_t \rightarrow R_t = 48 \Omega$$

$$48 = 2 \cdot \frac{300}{L_{min}} \rightarrow L_{min} = 12.5 m$$

Por tanto, sabiendo la longitud mínima, optamos por un conductor de 25m de longitud y de 25mm² de cobre desnudo situado en la parte trasera de la nave como muestra el plano “instalación de toma a tierra”.

5. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

5.1 Selección de los interruptores diferenciales

Las maquinas industriales suelen tener corrientes de fugas elevadas, por lo que necesitan una protección adecuada. Este es el caso del taller, donde se va a manejar maquinas con gran potencia. En estos casos se instala interruptores diferenciales de sensibilidad de 300mA en sus respectivos cuadros secundarios. Esto quiere decir que, cuando existan corriente de fuga ≥ 300 mA el interruptor diferencial actuará cortando

la corriente para proteger la seguridad de las personas y a la instalación de cualquier incendio.

En el caso de las tomas de corriente monofásicas o para la zona de oficinas donde transcurren normalmente las personas, bastará con un interruptor diferencial de sensibilidad de 30mA.

Sin embargo, el interruptor diferencial general será de 500mA protegiendo así a toda la instalación. En realidad, debería ser el doble del diferencial de 300mA, situado aguas abajo, es decir de 600mA. Al no existir tal diferencial se elegiría de sensibilidad de 1A pero según la experiencia del instalador indica que es un valor demasiado elevado e indica que para la instalación de esta nave será suficiente con un interruptor diferencial especial de tipo S de sensibilidad de 500mA.

Se eligen los interruptores diferenciales teniendo en cuenta que la su corriente nominal debe ser mayor o igual a la corriente nominal de los interruptores magnetotérmicos:

LINEA	I_n (A) I.MAG	I_n (A) DIFERENCIAL	$I_{\Delta n}$ (mA)
L.CG-S2	16	40	300
L.CG-LIJ2	16	40	300
L.CG-C1	50	63	300
LCG-C2	50	63	300
L.CG-MONO C	16	40	30
L.CG-ALUM C	10	40	30
L.CG-CS1	63	63	300

Tabla A5 – Diseño diferenciales

CABINA DE PINTURA SIN PRESURIZAR

6. FICHA CABINA DE PINTURA



Vista exterior con puertas abiertas



Divisoria de separación entre aplicación y secado

Elementos:

- DOBLE MURO DE AGUA
- 7 TUBOS DOBLES DE 40W
- 2 ANTIDFLAGRANTES
- 3 EXTRACTORES DE 1CV Y 2 DE 1CV EN CABINA
- 2 BOMBAS DE 1CV
- 1 IMPULSOR DE AIRE DE 10CV

Características generales:

- La cabina de pintura puede ser de filtro seco o por cortina de agua.
- El cerramiento es de panel sándwich con núcleo de poliuretano y chapa prelacada en blanco con film de protección.
- Las puertas de acceso de piezas son de tipo corredera, y todos los cerramientos incorporan puerta peatonal con cierre de seguridad antipático. (También se pueden instalar puertas abatibles).
- Plenum de entrada de aire con filtros planos de eficacia G-3 o G-4 EN779.
- Posibilidad de incorporar divisoria para separar la aplicación de la zona de secado.
- Pantallas de alumbrado en policarbonato con protección IP 65. (También se puede instalar iluminación especial empotrada en el techo).
- Armario eléctrico provisto de electroválvula de seguridad y elementos de protección, para la puesta en marcha y/o paro.

7. PRESUPUESTO

Capítulo N° 1 DIFERENCIALES

N°	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
1.1	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, bipolar (2P), intensidad nominal 25 A, sensibilidad 30 mA, clase AC, modelo iID A9R81225 "SCHNEIDER ELECTRIC".	Total Ud :	1,000	198,68	198,68
1.2	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, tetrapolar (4P), intensidad nominal 25 A, sensibilidad 300 mA, clase AC, modelo iID A9R84425 "SCHNEIDER ELECTRIC".	Total Ud :	2,000	301,31	602,62
1.3	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, tetrapolar (4P), intensidad nominal 63 A, sensibilidad 300 mA, clase AC, modelo iID A9R84463 "SCHNEIDER ELECTRIC".	Total Ud :	5,000	407,08	2.035,40
1.4	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, tetrapolar (4P), intensidad nominal 100 A, sensibilidad 300 mA, clase AC, modelo iID A9R14491 "SCHNEIDER ELECTRIC".	Total Ud :	2,000	676,23	1.352,46
1.5	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, bipolar (2P), intensidad nominal 40 A, sensibilidad 30 mA, clase AC, modelo iID A9R81240 "SCHNEIDER ELECTRIC".	Total Ud :	4,000	204,52	818,08
1.6	Ud	Relé diferencial electrónico, con monitorización de la corriente de fuga a tierra, ajuste de la intensidad de disparo de 0,03 a 30 A, ajuste del tiempo de disparo de 0 a 4,5 s, modelo Vigirex RH99M 56173 "SCHNEIDER ELECTRIC", con transformador toroidal cerrado para relé diferencial, de 30 mm de diámetro útil para el paso de cables, tipo TA30, modelo 50437.	Total Ud :	1,000	481,82	481,82
1.7	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 63 A, sensibilidad 30 mA, poder de corte 6 kA, clase AC.	Total Ud :	3,000	365,01	1.095,03
1.8	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 40 A, sensibilidad 300 mA, poder de corte 6 kA, clase AC.	Total Ud :	1,000	245,32	245,32
Parcial N° 1 DIFERENCIALES :						6.829,41

Capítulo N° 2 I.MAGNETOTÉRMICOS

N°	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
2.1	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 16 A, poder de corte 6 kA, curva C, modelo iK60N A9K17416 "SCHNEIDER ELECTRIC".			
		Total Ud :	4,000	127,18	508,72
2.2	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 50 A, poder de corte 6 kA, curva C, modelo iK60N A9K24450 "SCHNEIDER ELECTRIC".			
		Total Ud :	7,000	346,35	2.424,45
2.3	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, bipolar (2P), intensidad nominal 16 A, poder de corte 6 kA, curva C, modelo iK60N A9K17216 "SCHNEIDER ELECTRIC".			
		Total Ud :	18,000	35,34	636,12
2.4	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, bipolar (2P), intensidad nominal 10 A, poder de corte 6 kA, curva C, modelo iK60N A9K17210 "SCHNEIDER ELECTRIC".			
		Total Ud :	18,000	34,84	627,12
2.5	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 63 A, poder de corte 6 kA, curva C, modelo iK60N A9K24463 "SCHNEIDER ELECTRIC".			
		Total Ud :	3,000	367,45	1.102,35
2.6	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 20 A, poder de corte 6 kA, curva C, modelo iK60N A9K17420 "SCHNEIDER ELECTRIC".			
		Total Ud :	2,000	130,59	261,18
2.7	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 10 A, poder de corte 6 kA, curva C, modelo iK60N A9K17410 "SCHNEIDER ELECTRIC".			
		Total Ud :	2,000	125,81	251,62
2.8	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 32 A, poder de corte 6 kA, curva C, modelo iK60N A9K17432 "SCHNEIDER ELECTRIC".			
		Total Ud :	5,000	140,68	703,40
2.9	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 25 A, poder de corte 6 kA, curva C, modelo iK60N A9K17425 "SCHNEIDER ELECTRIC".			
		Total Ud :	4,000	135,17	540,68
2.10	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 100 A, poder de corte 10 kA, curva C, modelo C120N A9N18374 "SCHNEIDER ELECTRIC".			
		Total Ud :	2,000	504,85	1.009,70
2.11	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, bipolar (2P), intensidad nominal 25 A, poder de corte 6 kA, curva C, modelo iK60N A9K17225 "SCHNEIDER ELECTRIC".			
		Total Ud :	1,000	36,75	36,75
2.12	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, bipolar (2P), intensidad nominal 40 A, poder de corte 6 kA, curva C, modelo iK60N A9K24240 "SCHNEIDER ELECTRIC".			
		Total Ud :	1,000	84,17	84,17
2.13	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 80 A, poder de corte 10 kA, curva C, modelo C120N A9N18372 "SCHNEIDER ELECTRIC".			
		Total Ud :	1,000	479,77	479,77
Parcial N° 2 I.MAGNETOTÉRMICOS :					8.666,03

Capítulo N° 3 LUMINARIAS

N°	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
3.1	Ud	Luminaria suspendida,Philips Led BY741P 218W			
		Total Ud :	22,000	504,89	11.107,58
3.2	Ud	Luminaria suspendida,Philips Led 4MX900 36W			
		Total Ud :	8,000	225,28	1.802,24
3.3	Ud	Luminaria suspendida,Philips Led LL523X 70W			
		Total Ud :	6,000	271,76	1.630,56
3.4	Ud	Luminaria suspendida,Philips Led DN130B 11.6W			
		Total Ud :	19,000	74,07	1.407,33
3.5	Ud	Luminaria suspendida,Philips Led RC125B 36W			
		Total Ud :	9,000	73,65	662,85
3.6	Ud	Luminaria suspendida,Philips Led RC132V W60L60 33W			
		Total Ud :	40,000	60,32	2.412,80
3.7	Ud	Luminaria suspendida,Philips Led BV120 236W			
		Total Ud :	6,000	292,06	1.752,36
Parcial N° 3 LUMINARIAS :					20.775,72

Capítulo N° 4 TOMAS DE CORRIENTE

N°	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
4.1	Ud	Caja universal de dos elementos, para colocar en superficie, de plástico ABS autoextinguible, libre de halógenos, de 163x92x42 mm, color blanco.			
		Total Ud :	38,000	5,08	193,04
4.2	Ud	Base de toma de corriente con contacto de tierra (2P+T), tipo Schuko, gama básica, intensidad asignada 16 A, tensión asignada 250 V, con tapa, de color blanco y marco embellecedor para un elemento, de color blanco, empotrada.			
		Total Ud :	72,000	10,69	769,68
4.3	Ud	Caja universal de un elemento, para colocar en superficie, de plástico ABS autoextinguible, libre de halógenos, de 93x93x42 mm, color blanco.			
		Total Ud :	2,000	4,03	8,06
4.4	Ud	Conjunto de 2 tomas de corriente con contacto de tierra (2P+T), tipo Schuko,16 A/250 V, con tapa, y toma trifásica tipo Schuko (3P+N+T), 32A/400V, con tapa.			
		Total Ud :	3,000	51,87	155,61
4.5	Ud	Conjunto de 2 tomas de corriente con contacto de tierra (2P+T), tipo Schuko,16 A/250 V, con tapa.			
		Total Ud :	12,000	51,87	622,44
Parcial N° 4 TOMAS DE CORRIENTE :					1.748,83

Capítulo N° 5 CONDUCTORES

N°	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
5.1	M	Cable multipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3G1,5 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1).	Total m :	328,750	1,45	476,69
5.2	M	Cable multipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3G2,5 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a	Total m :	370,950	1,82	675,13
5.3	M	Cable multipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3G4 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1).	Total m :	68,750	2,44	167,75
5.4	M	Cable multipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3G6 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1).	Total m :	24,300	4,18	101,57
5.5	M	Cable multipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 5G1,5 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1).	Total m :	46,050	1,92	88,42
5.6	M	Cable multipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 5G2,5 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1).	Total m :	15,000	2,52	37,80
5.7	M	Cable multipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 5G4 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1).	Total m :	80,000	3,55	284,00
5.8	M	Cable multipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 5G6 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1).	Total m :	98,300	5,81	571,12
5.9	M	Cable multipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 5G10 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1).	Total m :	110,400	8,62	951,65
5.10	M	Cable multipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 5G16 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1).	Total m :	14,500	13,08	189,66
5.11	M	Cable multipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 5G25 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1).				

			Total m :	199,550	19,35	3.861,29
5.12	M	Cable multipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 5G35 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1).				
			Total m :	35,000	26,97	943,95
5.13	M	Cable multipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 5G95 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1).				
			Total m :	39,000	70,76	2.759,64
Parcial Nº 5 CONDUCTORES :						11.108,67

Capítulo Nº 6 TOMA DE TIERRA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
6.1	M	Conductor de tierra formado por cable rígido desnudo de cobre trenzado, de 25 mm ² de sección.				
			Total m :	25,000	4,52	113,00
Parcial Nº 6 TOMA DE TIERRA :					113,00	

Capítulo Nº 7 CANALIZACIONES

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
7.1	M	Suministro e instalación fija en superficie de canalización de tubo rígido de policarbonato, exento de halógenos, enchufable, curvable en caliente, de color gris, de 20 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 1250 N, con grado de protección IP547.				
			Total m :	582,500	4,93	2.871,73
7.2	M	Suministro e instalación fija en superficie de canalización de canal protectora de acero, de 60X230 mm. Incluso accesorios.				
			Total m :	92,400	37,26	3.442,82
7.3	M	Suministro e instalación fija en superficie de canalización de tubo rígido de policarbonato, exento de halógenos, enchufable, curvable en caliente, de color gris, de 40 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 1250 N, con grado de protección IP547.				
			Total m :	178,300	10,96	1.954,17
7.4	M	Suministro e instalación fija en superficie de canalización de tubo rígido de policarbonato, exento de halógenos, enchufable, curvable en caliente, de color gris, de 63 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 1250 N, con grado de protección IP547.				
			Total m :	64,200	18,30	1.174,86
Parcial Nº 7 CANALIZACIONES :					9.443,58	

Capítulo N° 8 MECANISMOS

N°	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
8.1	Ud	Caja universal de tres elementos, para colocar en superficie, de plástico ABS autoextinguible, libre de halógenos, de 237x93x42 mm, color blanco.			
		Total Ud :	4,000	5,81	23,24
8.2	Ud	Conmutador, gama básica, intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 250 V, con tecla simple, de color blanco y marco embellecedor para un elemento, de color blanco, empotrado.			
		Total Ud :	8,000	11,44	91,52
8.3	Ud	Interruptor unipolar (1P), gama básica, intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 250 V, con tecla simple, de color blanco y marco embellecedor para un elemento, de color blanco, empotrado.			
		Total Ud :	17,000	10,74	182,58
8.4	Ud	Caja universal de dos elementos, para colocar en superficie, de plástico ABS autoextinguible, libre de halógenos, de 163x92x42 mm, color blanco.			
		Total Ud :	1,000	5,08	5,08
8.5	Ud	Caja universal de un elemento, para colocar en superficie, de plástico ABS autoextinguible, libre de halógenos, de 93x93x42 mm, color blanco.			
		Total Ud :	9,000	4,03	36,27
8.6	Ud	Conmutador estanco, con grado de protección IP55, monobloc, gama básica, intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 250 V, con tecla simple y caja, de color gris, instalado en superficie.			
		Total Ud :	4,000	14,08	56,32
8.7	Ud	Interruptor unipolar (1P) estanco, con grado de protección IP55, monobloc, gama básica, intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 250 V, con tecla simple y caja, de color gris, instalado en superficie.			
		Total Ud :	5,000	14,08	70,40
8.8	Ud	Pulsador estanco, con grado de protección IP55, monobloc, gama básica, intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 250 V, con un contacto NA, con tecla simple y caja, de color gris, instalado en superficie.			
		Total Ud :	4,000	15,89	63,56
8.9	Ud	Telerruptor de 1 módulo, bipolar (2P), de 16 A.			
		Total Ud :	2,000	50,02	100,04
Parcial N° 8 MECANISMOS :					629,01

Capítulo N° 9 CUADROS

N°	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
9.1	Ud	Armario de distribución metálico, de superficie, con puerta transparente, grado de protección IP40, aislamiento clase II, de 1050x1000x250 mm, modelo ALBA/100PT "CHINT ELECTRICS".			
		Total Ud :	1,000	1.032,60	1.032,60
9.2	Ud	Caja de distribución de plástico, de superficie, con puerta transparente, con grados de protección IP40 e IK07, aislamiento clase II, tensión nominal 400 V, para 18 módulos, modelo Noark PNS 18T "CHINT ELECTRICS".			
		Total Ud :	3,000	38,59	115,77
9.3	Ud	Caja de distribución de plástico, de superficie, con puerta transparente, con grados de protección IP40 e IK07, aislamiento clase II, tensión nominal 400 V, para 24 módulos, en 2 filas, modelo Noark PNS 24T "CHINT ELECTRICS".			
		Total Ud :	6,000	48,00	288,00
Parcial N° 9 CUADROS :					1.436,37

Capítulo N° 10 C. TRANSFORMACIÓN

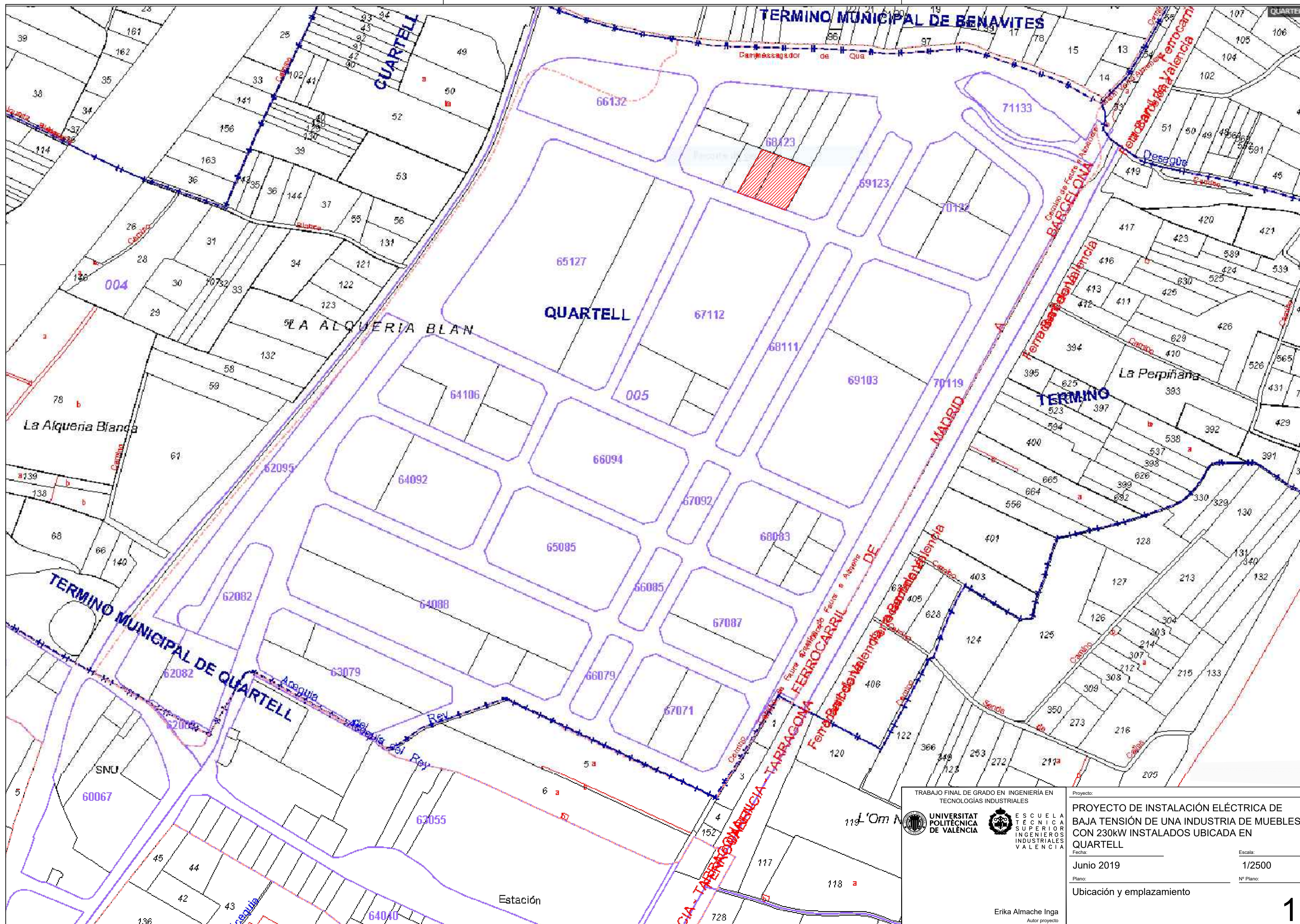
N°	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
10.1	Ud	C.S.Y T. 400 KVA (TRANSF.ACEITE)			
		Total ud :	1,000	28.460,29	28.460,29
Parcial N° 10 C. TRANSFORMACIÓN :					28.460,29

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

Concepto	Precio
1 DIFERENCIALES	6.829,41
2 I. MAGNETOTÉRMICOS	12.838,54
3 LUMINARIAS	20.775,72
4 TOMAS DE CORRIENTE	1.748,83
5 CONDUCTORES	11.108,67
6 TOMA DE TIERRA	113,00
7 CANALIZACIONES	9.443,58
8 MECANISMOS	629,01
9 CUADROS	1.436,37
10 C. TRANSFORMACIÓN	28.460,29
Presupuesto de ejecución material (PEM)	93.383,42
13% de gastos generales	12.139,84
7% de beneficio industrial	6.536,84
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)	112.060,10
21% IVA	23.532,62
Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)	135.592,72

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de CIENTO TREINTA Y CINCO MIL QUINIENTOS NOVENTA Y DOS EUROS CON SETENTA Y DOS CÉNTIMOS.

8. PLANOS



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA EN TECNOLOGIAS INDUSTRIALES



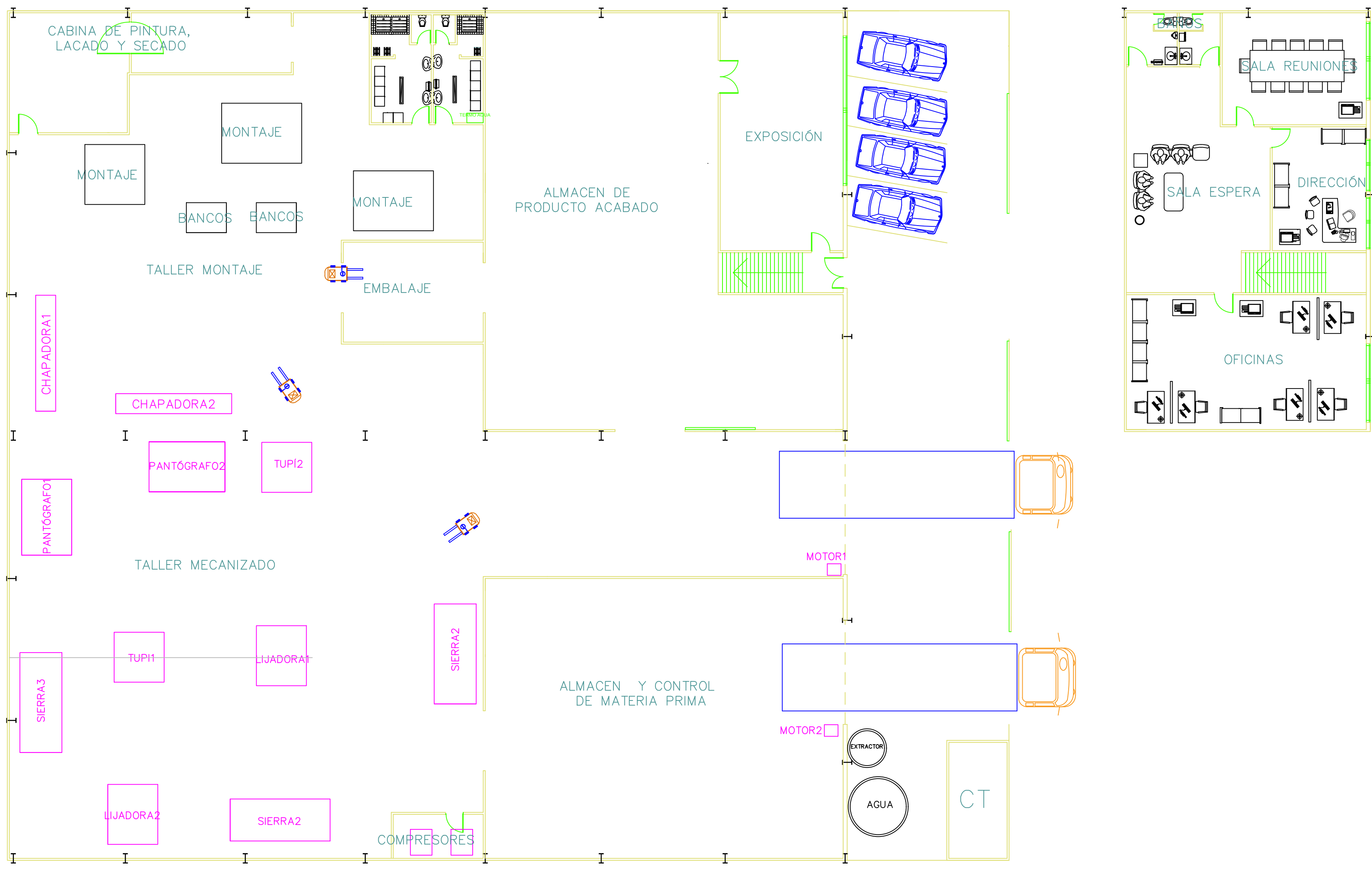

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA **ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE VALÈNCIA**

Proyecto: **PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA INDUSTRIA DE MUEBLES CON 230KW INSTALADOS UBICADA EN QUARTELL**

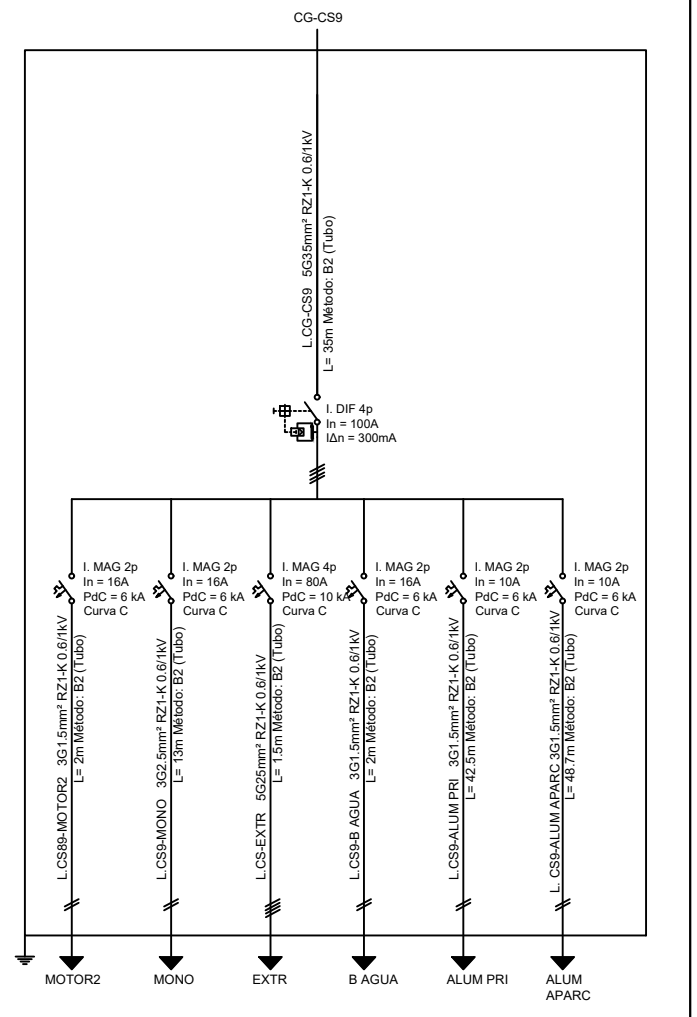
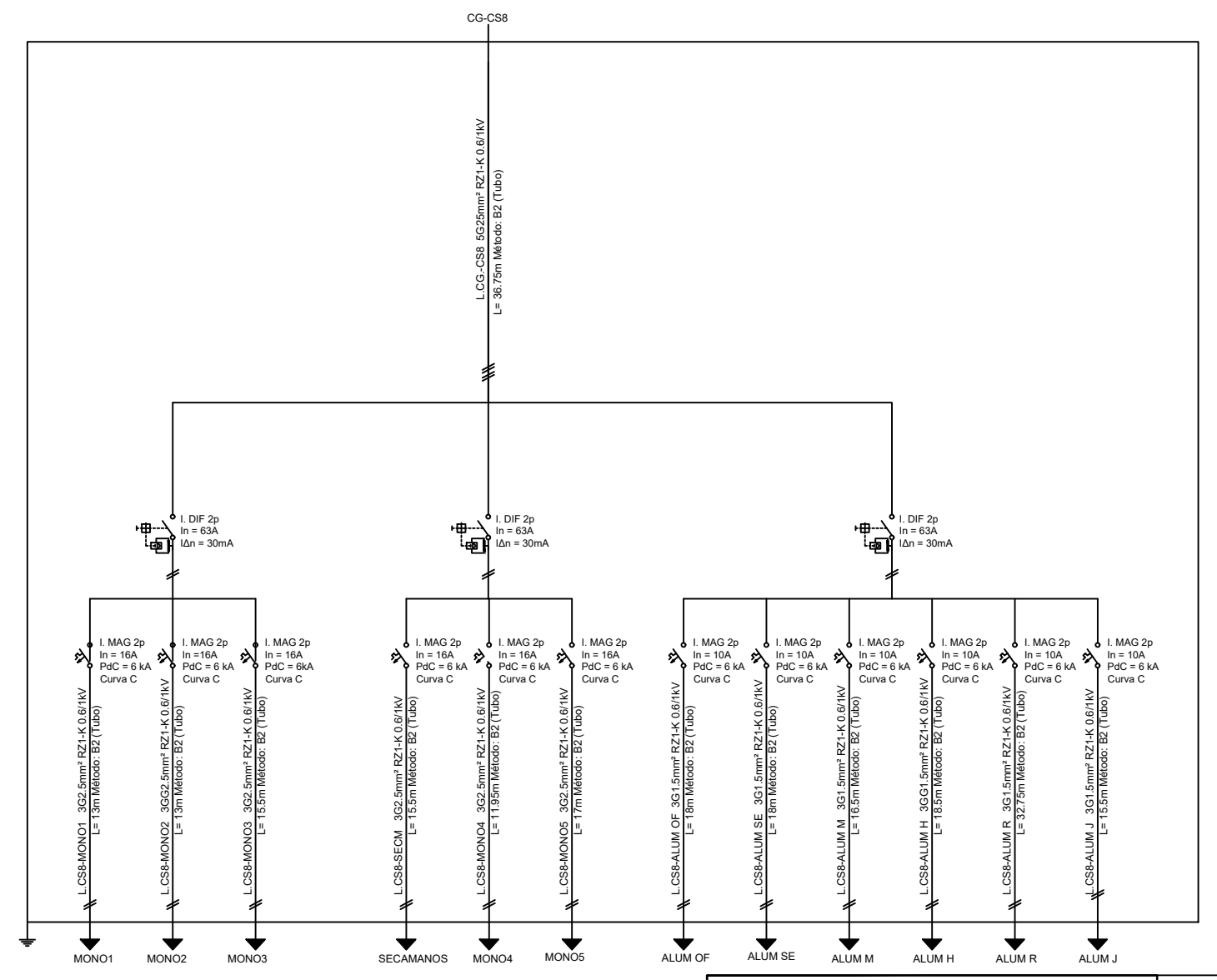
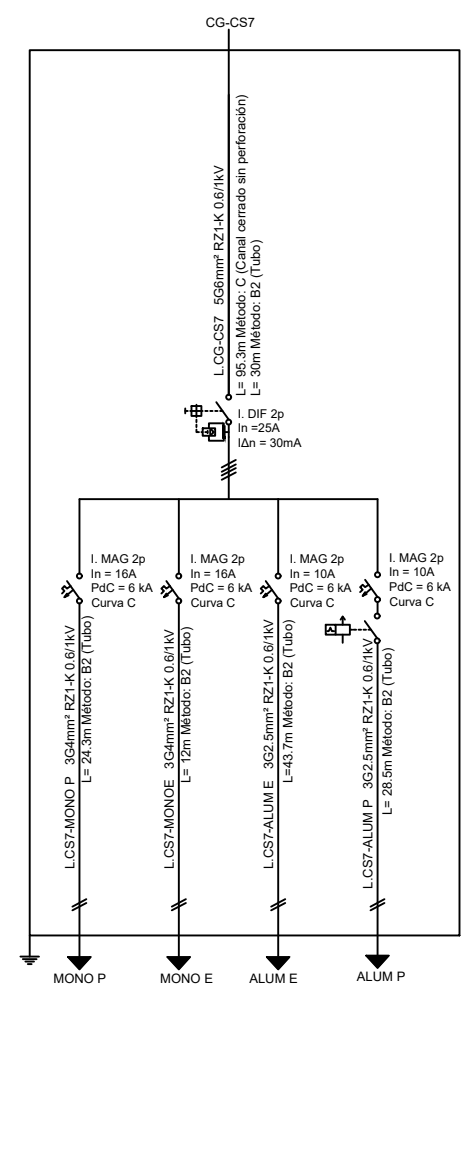
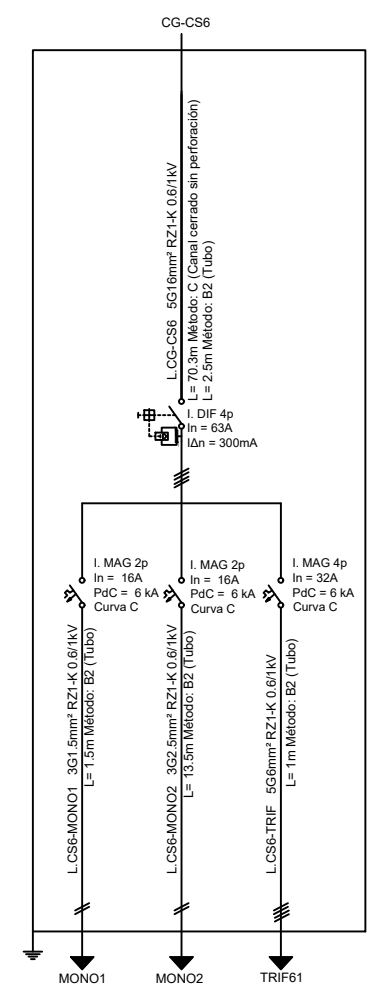
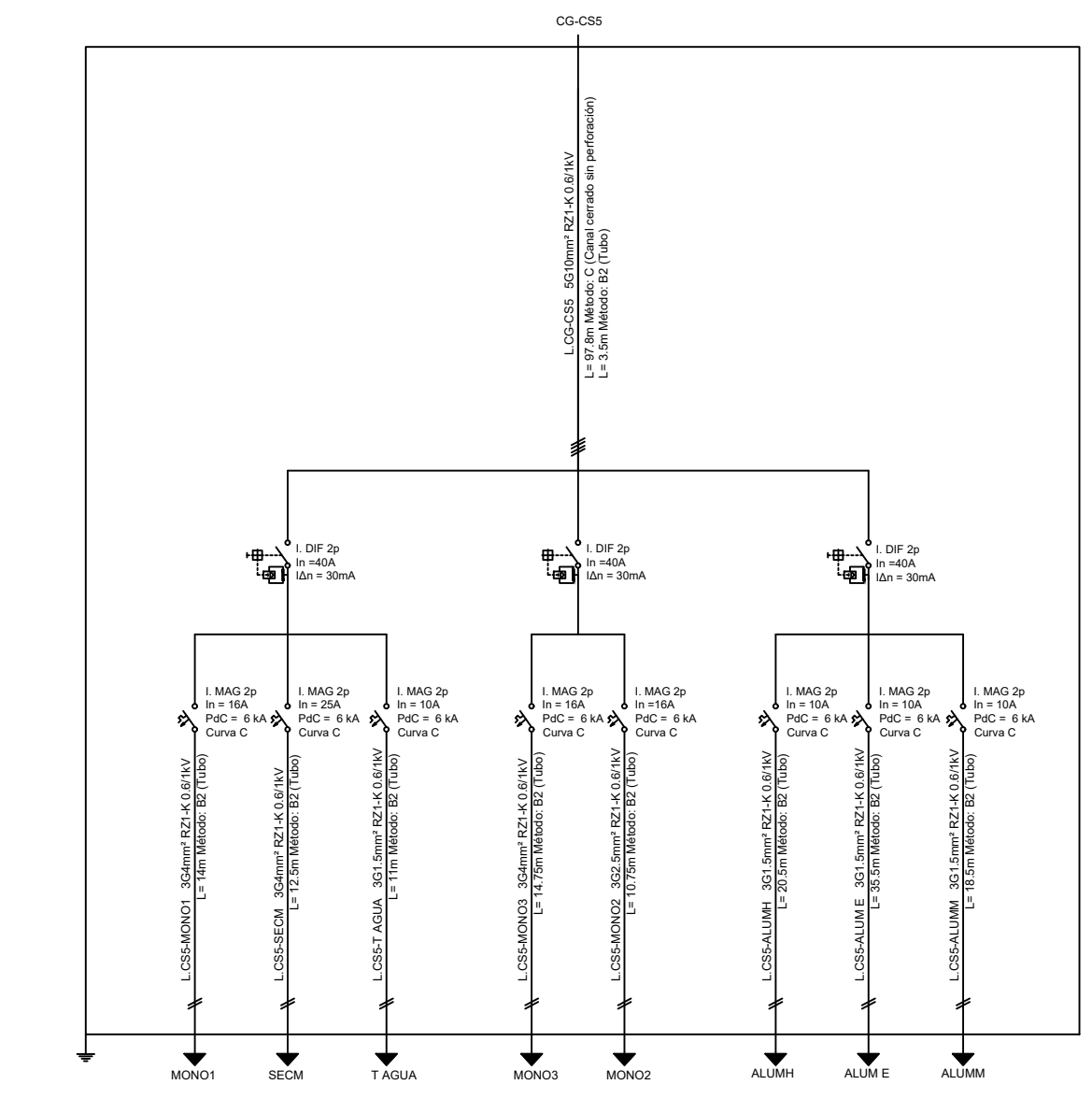
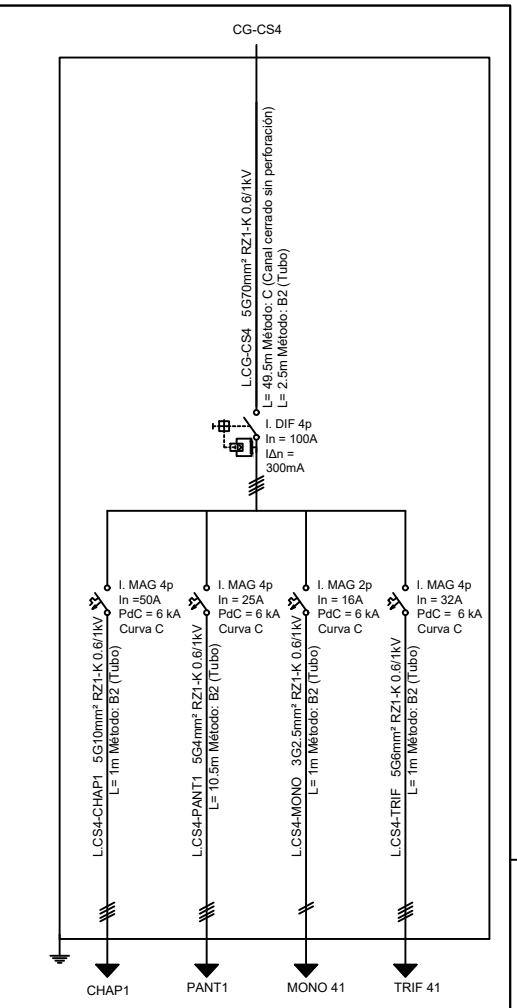
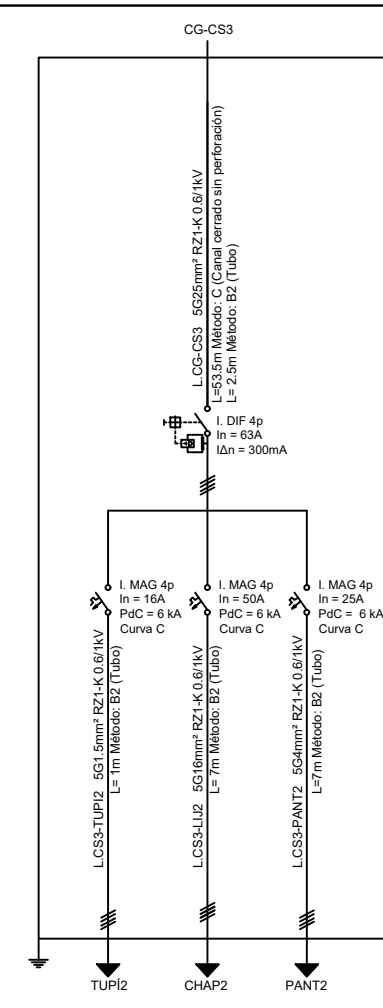
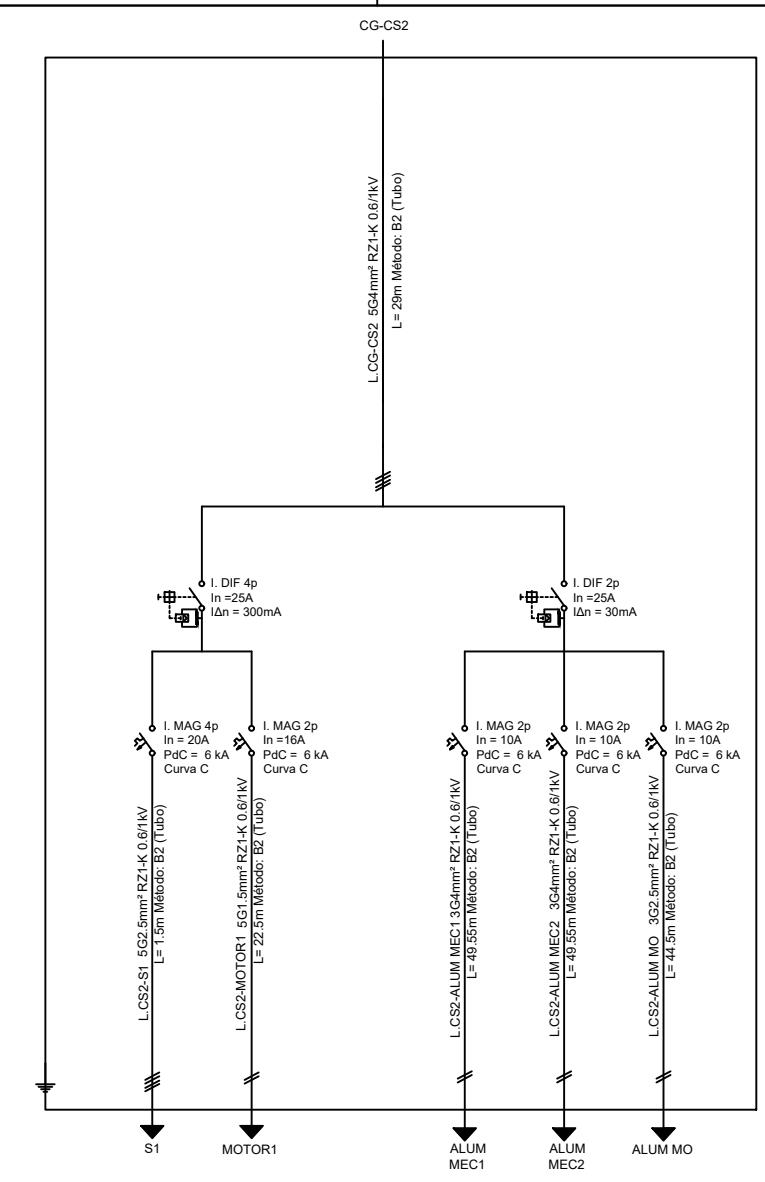
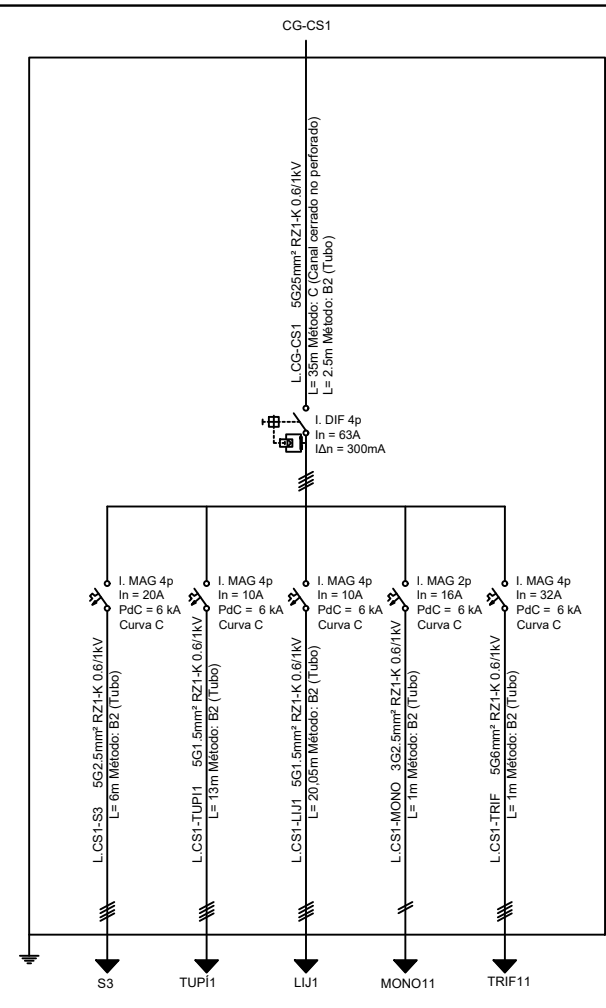
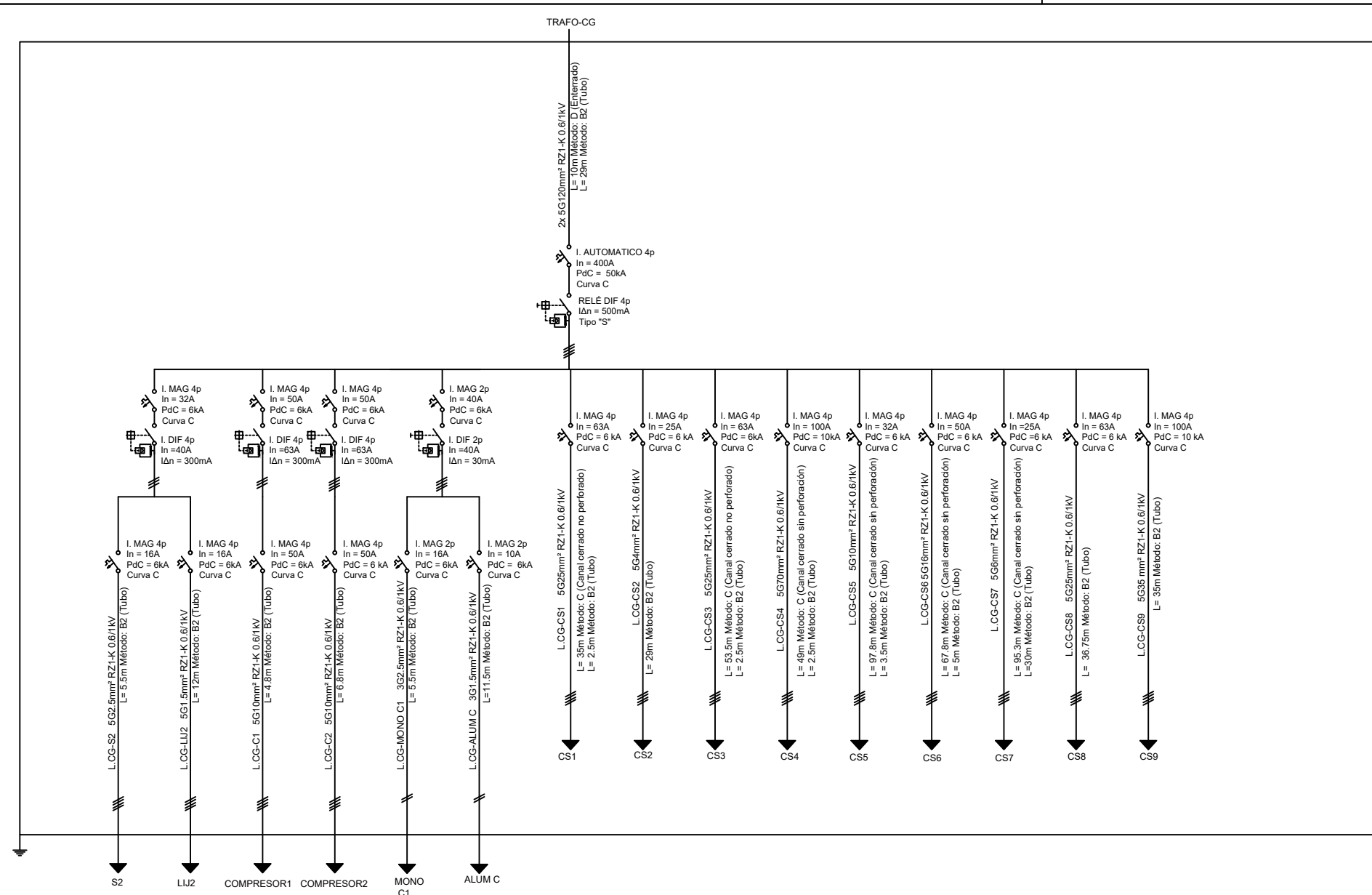
Fecha: Junio 2019 Escala: 1/2500

Plano: Ubicación y emplazamiento Nº Plano:

Erika Almache Inga
 Autor proyecto



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES		Proyecto: PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA INDUSTRIA DE MUEBLES CON 230kW INSTALADOS UBICADA EN QUARTELL	
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA	Fecha: Junio 2019	Escala: 1/150
		Plano: Vista en planta nave industrial	Nº Plano: 2
Erika Almache Inga Autor proyecto			



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: **PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA INDUSTRIA DE MUEBLES CON 230kW INSTALADOS UBICADA EN QUARTELL**

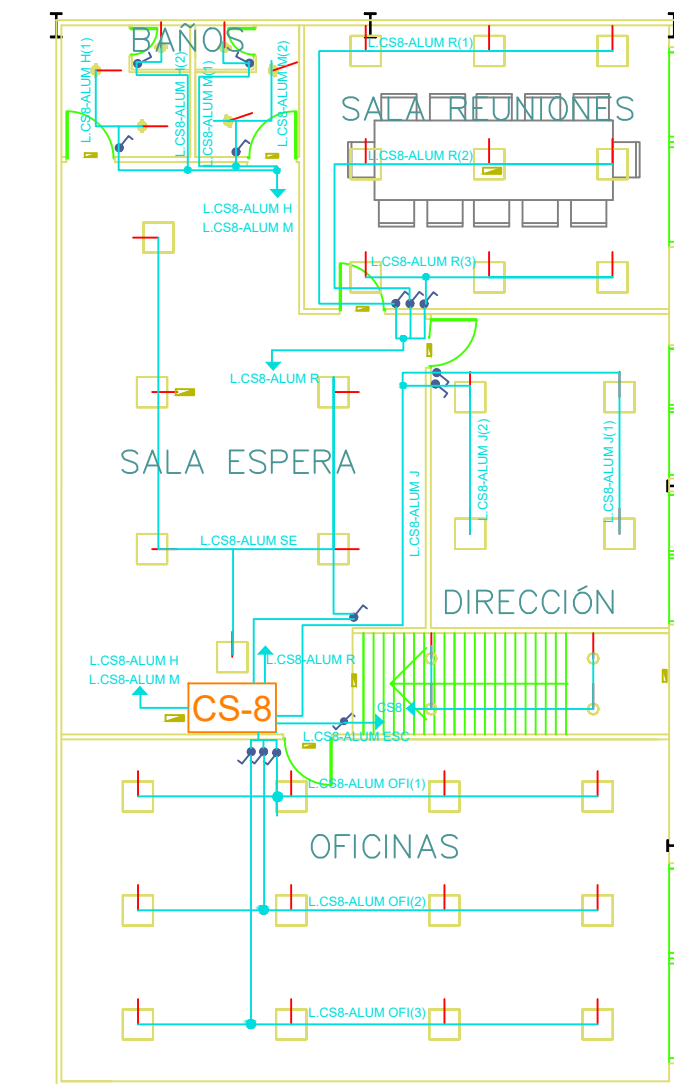
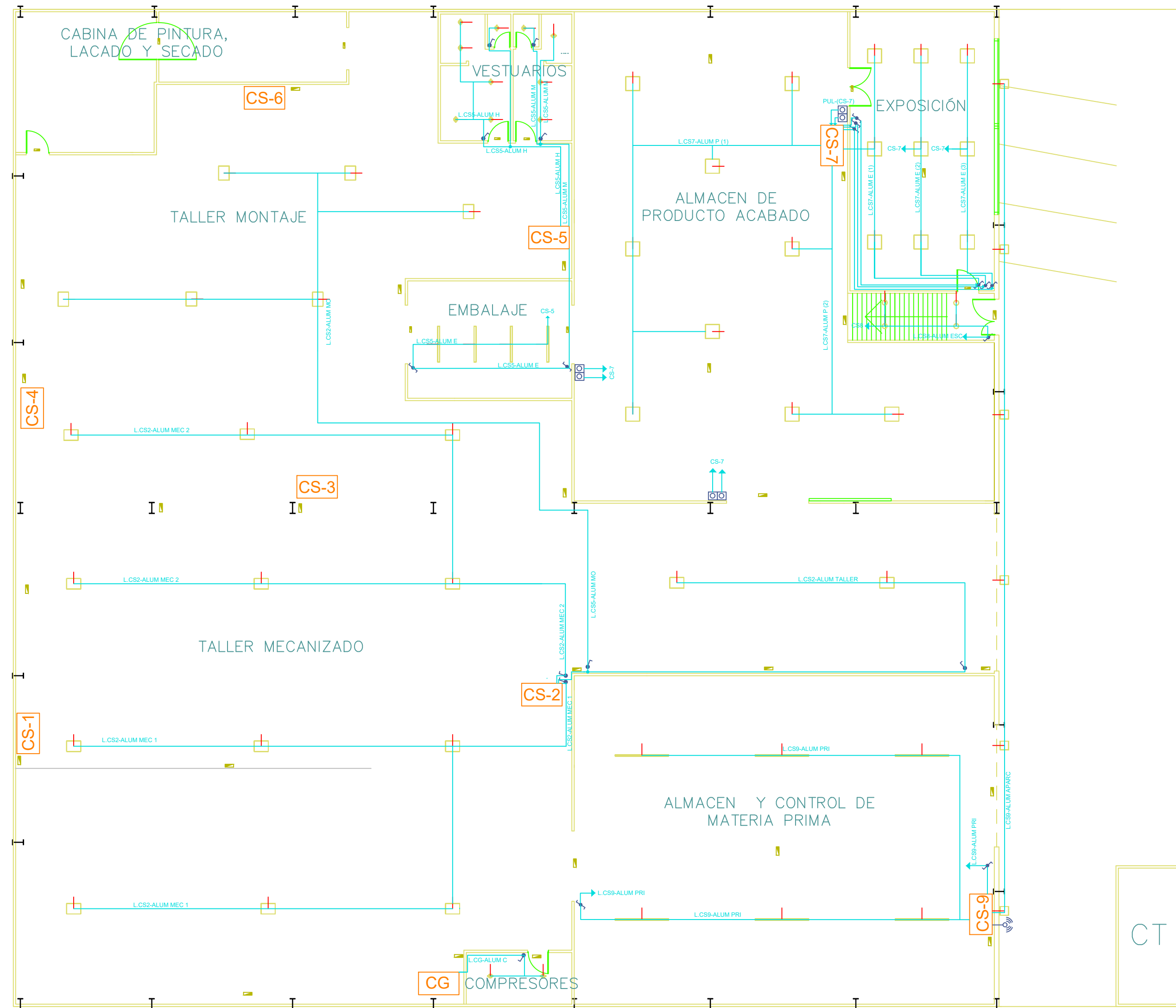
Fecha: Junio 2019

Escala: SE

Plano: Esquema unifilar

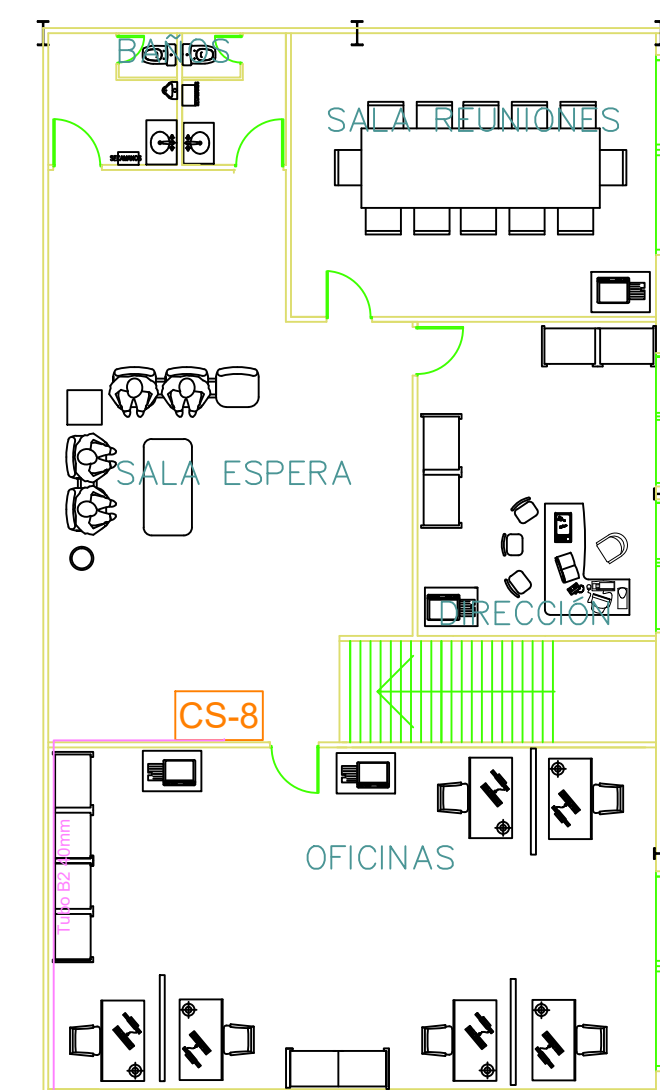
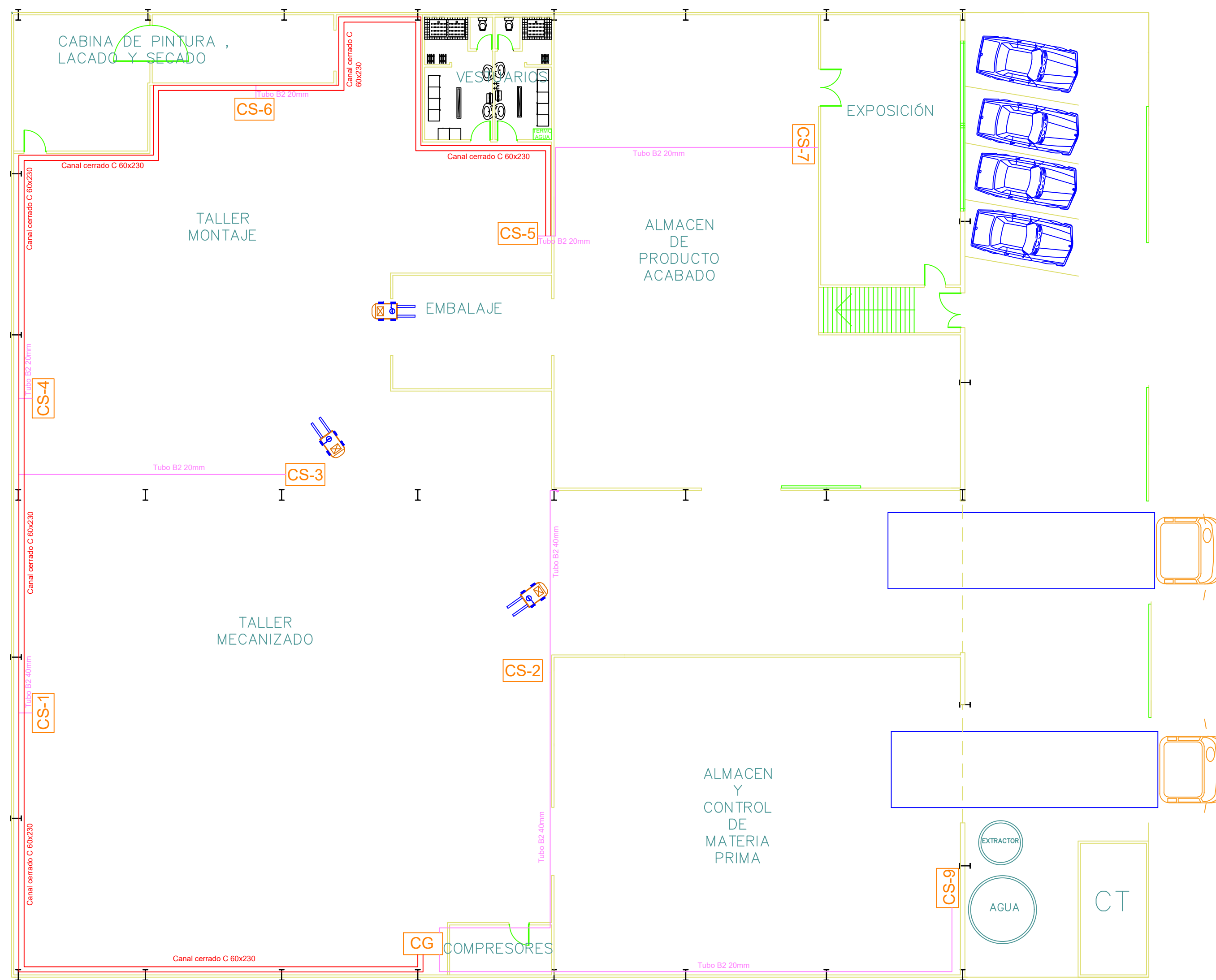
Erika Almache Inga
Autor proyecto

3



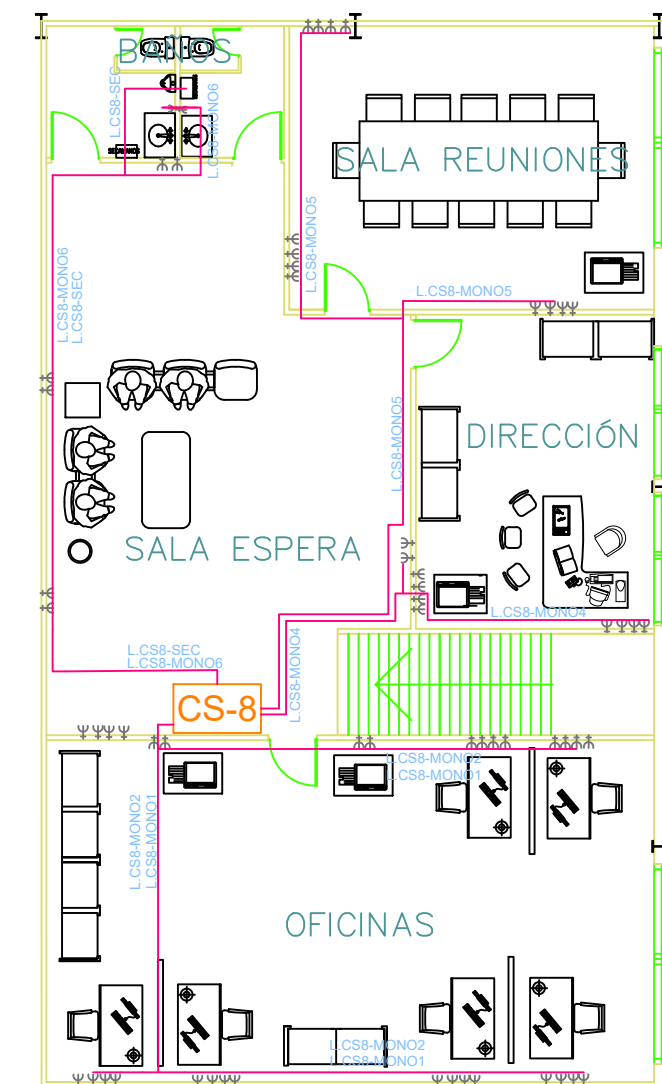
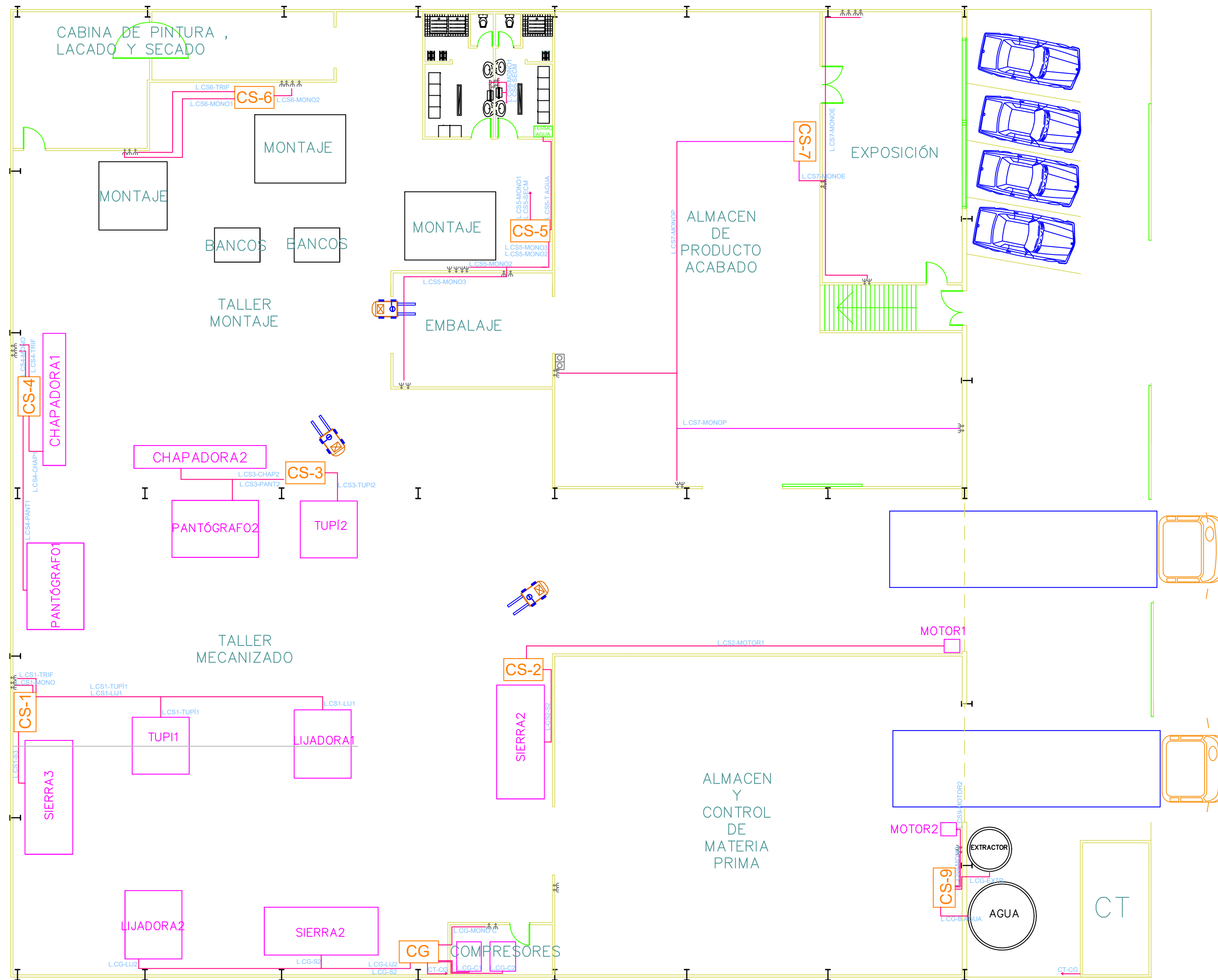
LEYENDA	
	LEGRAND URA34LED 200LM
	LEGRAND URA34LED 450LM
	PHILLIPS DN130B 11.6W
	PHILLIPS DN140B 22W
	PHILLIPS 4MX300 70W
	PHILLIPS RC125B 36W
	PHILLIPS LL121X 32W
	PHILLIPS REC132 W60L60 33W
	PHILLIPS BY471P 218W
	PHILLIPS BV120 120W
	PULSADOR
	INTERRUPTOR
	CONMUTADOR
	TOMA DE CORRIENTE SCHUKO MONOFÁSICA
	RELOJ TEMPORIZADOR

<p>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</p>	<p>TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES</p>	<p>Proyecto:</p> <p>PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA INDUSTRIA DE MUEBLES CON 230kW INSTALADOS UBICADA EN QUARTELL</p>
	<p>ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA</p>	<p>Fecha: Junio 2019</p> <p>Plano: Localización líneas de luminarias</p>
<p>Erika Almache Inga Autor proyecto</p>		



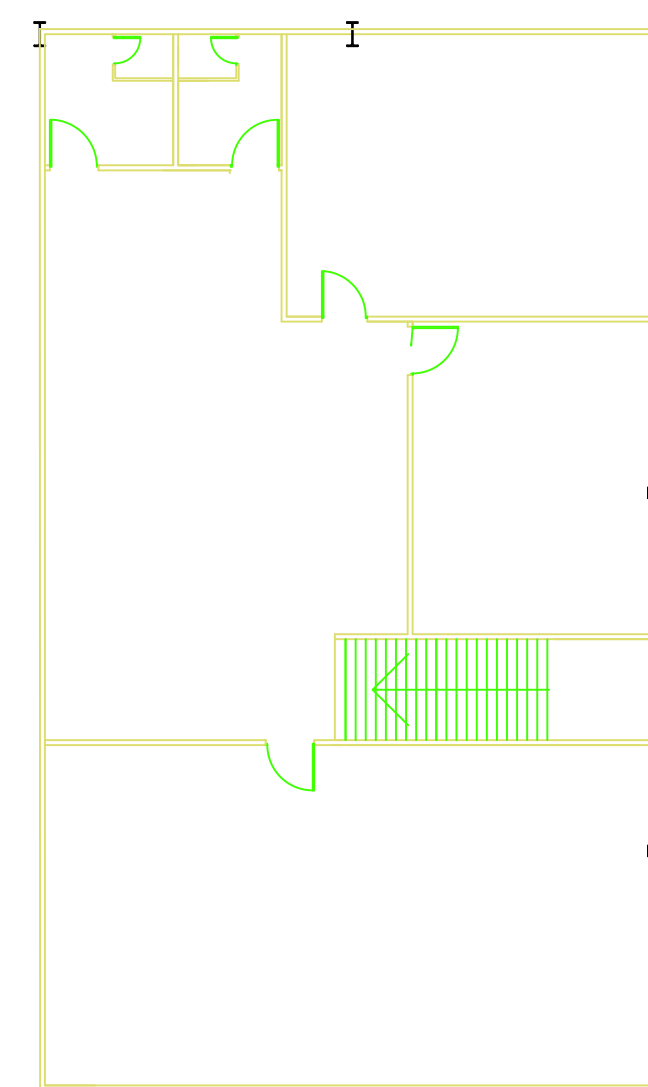
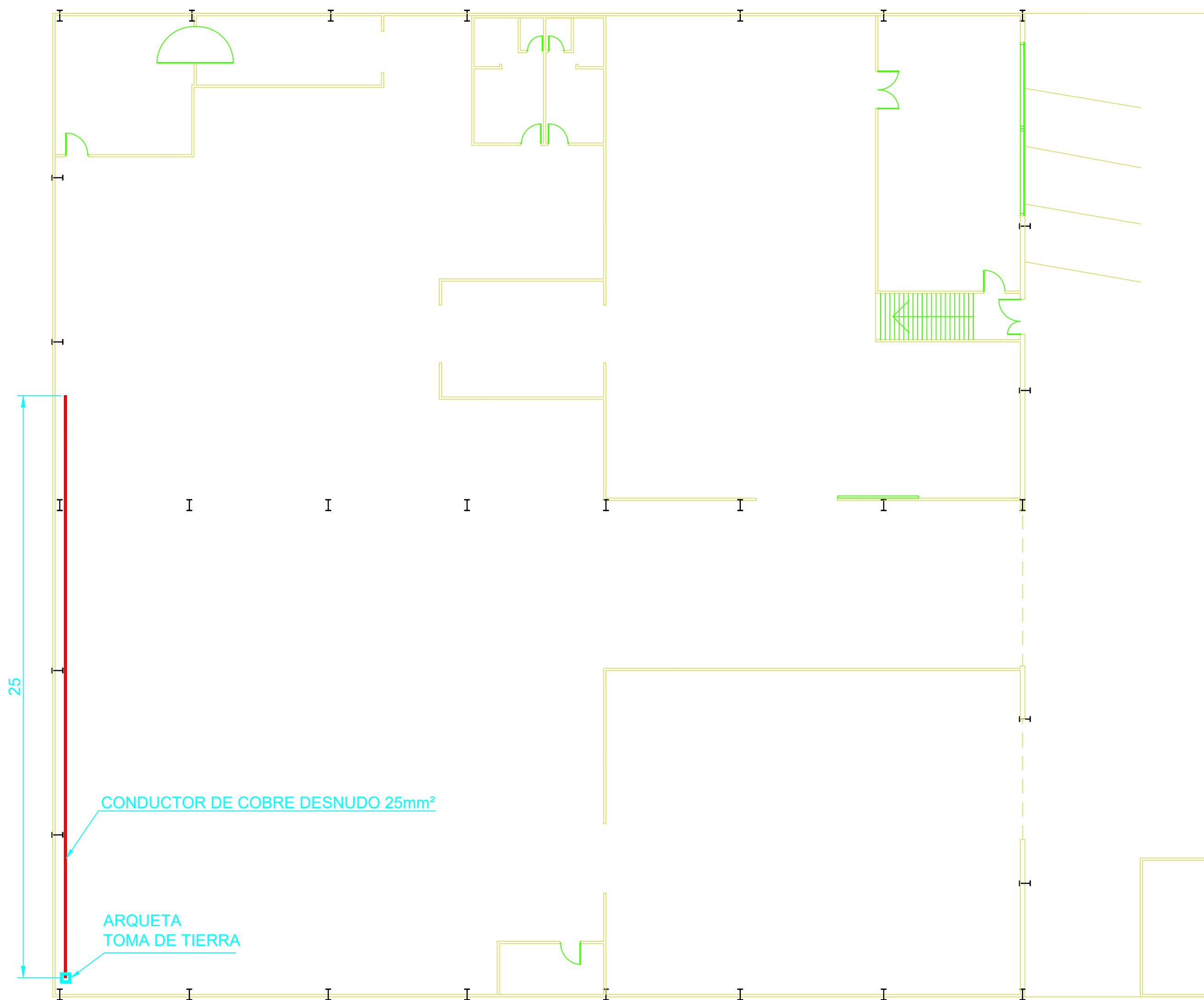
LEYENDA	
	LEGRAND URA34LED 200LM
	LEGRAND URA34LED 450LM
	PHILLIPS DN130B 11.6W
	PHILLIPS DN140B 22W
	PHILLIPS 4MX900 70W
	PHILLIPS RC125B 36W
	PHILLIPS LL121X 32W
	PHILLIPS REC132 W60L60 33W
	PHILLIPS BY471P 218W
	PHILLIPS BV120 120W
	PULSADOR
	INTERRUPTOR
	CONMUTADOR
	TOMA DE CORRIENTE SCHUKO MONOFÁSICA
	RELOJ TEMPORIZADOR

	TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES	Proyecto:
	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA	PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA INDUSTRIA DE MUEBLES CON 230kW INSTALADOS UBICADA EN QUARTELL
JUNIO 2019	1/150	Fecha:
Localización de canalizaciones principales	Nº Plano:	Plano:
Erika Almache Inga Autor proyecto		



LEYENDA	
	LEGRAND URA34LED 200LM
	LEGRAND URA34LED 450LM
	PHILLIPS DN130B 11.6W
	PHILLIPS DN140B 22W
	PHILLIPS 4MX900 70W
	PHILLIPS RC125B 36W
	PHILLIPS LL121X 32W
	PHILLIPS REC132 W60L60 33W
	PHILLIPS BY471P 218W
	PHILLIPS BV120 120W
	PULSADOR
	INTERRUPTOR
	CONMUTADOR
	TOMA DE CORRIENTE SCHUKO MONOFÁSICA
	RELOJ TEMPORIZADOR

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	Proyecto: PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA INDUSTRIA DE MUEBLES CON 230kW INSTALADOS UBICADA EN QUARTELL
	Fecha: <u>Junio 2019</u> Escala: <u>1/150</u> Plano: _____ Nº Plano: _____
Localización de tomas de corriente y puntos de consumo	
Erika Almache Inga Autor proyecto	



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES		Proyecto:
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA	PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA INDUSTRIA DE MUEBLES CON 230KW INSTALADOS UBICADA EN QUARTELL
Fecha:		Escala:
Junio 2019		1/150
Plano:		Nº Plano:
Instalación de toma de tierra		
Erika Almache Inga <small>Autor proyecto</small>		7

9. ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Figura 2.1 – Localización geográfica de Quartell.....	5
Figura 2.2 – Cartografía catastral. Ubicación de la industria	5
Tabla 4.1 – Coeficientes de reflexión	7
Figura 4.1 – Luminaria Philips LL5323X LED62S/840 41.....	8
Figura 4.2 – Luminaria Philips RC132V W60L60, 33W	11
Figura 4.3 – Luminaria Philips BV120, 120W	12
Figura 4.4 – Distribución de la iluminancia media de la zona de Embalaje	12
Tabla 4.2 – Resultados Luminotécnicos	13-14
Tabla 5.1 – Potencia alumbrado Taller.....	14
Tabla 5.2 – Cargas taller	15
Tabla 5.3 – Reparto de potencias.....	16
Tabla A.52-1 – Intensidades admisibles en amperios a temperatura ambiente 30°C en el aire.....	18
Tabla A.52-2 Intensidades admisibles en amperios a temperatura ambiente 20°C en el terreno.....	19
Tabla 52.D1 – Factores de corrección para temperaturas admisibles diferentes de 30°C al aire libre	20
Tabla A.52-3 – Factores de reducción para agrupamiento de más de un circuito	20
Tabla 52-D2 – Factores de corrección para temperaturas ambiente del terreno diferentes de 20°C en cables en conductos cerrados	21
Tabla 52-D3 – Factores de corrección para cables en conductos enterrados en terrenos de resistividad diferente de 2,5K·m/W [...].....	21
Tabla 7.1 – Especificaciones del transformador.....	24
Tabla 7.2 – Método de instalación B2.....	26
Tabla 7.3 – Método de instalación C.....	26
Tabla 7.4 – Método de instalación D.....	27
Tabla 7.5 – Coeficientes de corrección	27-29
Figura 7.1 – Cable Tipo RZ1-K.....	30
Tabla 7.6 – Secciones de los conductores.....	30-32
Figura 8.1 – Proceso de calentamiento de un conductor	33
Figura 8.2 – Fundamento de la protección frente a sobrecargas	34
Tabla 8.1 – Tabla tipos de cortocircuitos	35
Figura 8.3 – Curvas de disparo	38
Figura 8.4 – Esquema de distribución de puesta a tierra tipo TT.....	40
Tabla 8.2 Sección de los conductores de protección	40
Tabla 8.3 – Secciones de fase mayores a 16mm ²	40-41
Figura 8.5 – Zonas tiempo -Corriente	41
Figura 8.6 – Defecto de aislamiento.	43
Figura 8.7 – Mapa geológico de la ubicación de la instalación	45
Tabla A1 – Potencias de fuerza	48-49
Tabla A2 – Cálculo de la sección por criterio térmico.....	54-57
Tabla A3 – Secciones por caída de tensión	59-62
Tabla A4 – Secciones e Interruptores magnetotérmicos para protección contra cortocircuitos	64-67
Tabla A5 – Diseño diferenciales	68